GEO-SPATIAL INFORMATION SCIENCE

高等学校测绘工程系列教材



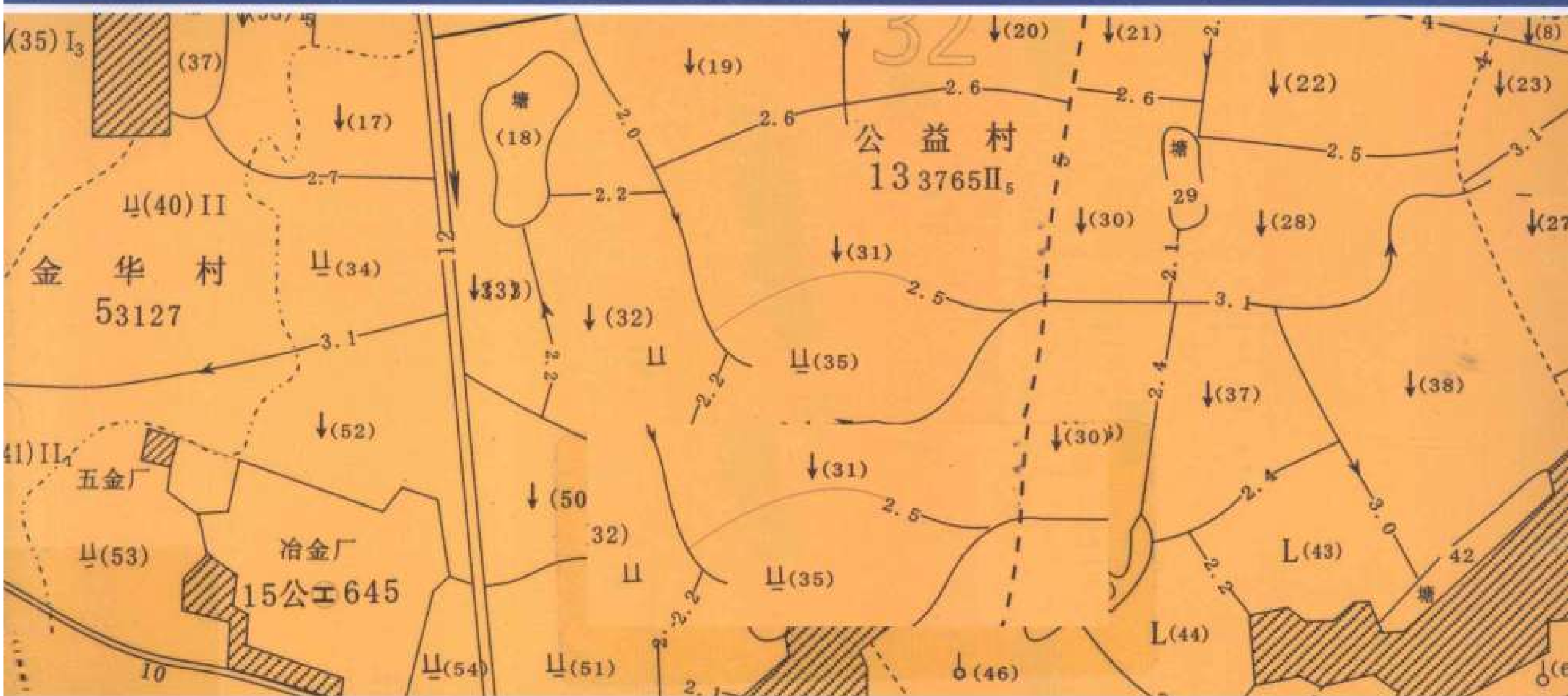
普通高等教育"十一五"国家级规划教材

（第三版）

地籍测量学

Cadastral Surveying

詹长根 唐祥云 刘 丽 编著





WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

责任编辑/任　翔
责任校对/黄添生
版式设计/支　笛
封面设计/汪　卉
王荆强

内容简介

全书共13章，阐述了地籍与地籍测量学的基本概念，详细介绍了地籍调查（包括土地权属调查、土地利用调查与监测、土地等级调查和房屋调查等）、地籍测绘（包括地籍控制测量、界址测量、地籍图测绘、土地面积测算、变更地籍调查与测量、土地分割测量和土地勘测等）的理论与方法，以及数字测量、遥感和全球定位系统等新技术在地籍测量中的应用。书后附有课间实验指导书和集中实习指导书以供教学参考。

ISBN 978-7-307-08317-2



定价: 28.00元



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等学校测绘工程系列教材

地籍测量学

（第三版）



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地籍测量学/詹长根,唐祥云,刘丽编著.—3版.—武汉:武汉大学出版社,2011.1
高等学校测绘工程系列教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-307-08317-2

Ⅰ.地… Ⅱ.①詹… ②唐… ③刘… Ⅲ.地籍测量—高等学校—教材 Ⅳ.P271

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第211433号

责任编辑:任 翔　　责任校对:黄添生　　版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)
印刷:武汉中远印务有限公司
开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:386千字
版次:2001年9月第1版 2005年6月第2版
2011年1月第3版 2011年1月第3版第1次印刷
ISBN 978-7-307-08317-2/P·177 定价:28.00元

前　言

在我国,虽然地籍测量工作的开展只有十几年的时间,但全国高等院校为培养土地管理人才,曾先后编写了多个版本的地籍测量教材。期间,全国的土地管理工作者和测绘工作者,对地籍测量的理论、技术和方法进行了广泛的探索和研究,取得了丰硕的成果,为教学科研做出了巨大贡献。随着地籍测绘事业的发展,其中有些教材的内容已显陈旧,不能适应现代教学的需要。本书是我们通过对地籍测量教学现状的调研和分析,总结多年的教学经验,参考了大量资料编写而成的。作者在编写过程中,力求重点突出,简明扼要,概念清楚,自始至终地贯彻了测绘、土地、房地产和规划方面的法律法规。

全书共分十五章,由四大部分构成:第一部分为地籍、地籍管理、地籍测量的基本理论;第二部分为地籍调查,包括土地权属、土地利用现状、土地等级和建筑物的调查,地籍要素的编号;第三部分为地籍测量,包括地籍控制测量、界址点测量、地籍图的测绘、土地面积量算、数字地籍测绘;第四部分为与地籍测量有关的技术和方法,包括土地分割测量、地形图在土地管理工作中的应用、土地工程中的测设技术与方法。另外,编写第十五章"建筑施工测量"的主要目的是拓宽学生的知识面(基于建筑物的基本状况也是地籍记载的内容)。有关地籍测量中常用仪器、实习和习题将在与本教材配套的实习习题集中加以介绍。本教材的前续课程为普通测量学和摄影测量学,后续课程为土地管理、地籍管理、建设用地管理、土地利用规划、土地信息学及土地信息系统等。本教材可作为土地资源管理专业及其相关专业的本科教学用书,也可作为相关专科专业、科技工作者和工程技术人员的参考用书。

从总体上看,本教材的特点主要体现在以下几个方面:

1.丰富了地籍测量的基本理论。书中对地籍、地籍调查、地籍测量及其相关的概念都作了较详细的界定,澄清了一些模糊的认识。在原有理论的基础上,拓宽了地籍的内涵,加强了土地及其附着物的内在联系,完善了地籍测量的技术体系,以适应于我国土地管理事业和房地产管理事业的发展需求。

2.构建了较完整的地籍测量技术体系。根据本书所述的地籍测量理论、技术和方法而建立的地籍是多用途的。作为地籍管理基础的地籍测量技术严格按"多用途地籍的含义"来构建,充分体现地籍的完整性和连续性。

3.它是理论与实践的结晶。在收集大量资料和广泛调研的基础上,我们作了深入的分析研究。编写的内容既要考虑到地籍测量的现状,也要考虑到地籍测量的未来;既照顾了理论的完整性,也体现了我国土地、房地产和规划的管理体制对地籍测量技术的需求,因而提出了"凡涉及土地及其附着物的权利的测量都可视为地籍测量"的观点。

4.体现了现代科学技术的进步。在本教材中,介绍了 GPS 技术、数字测量技术在地籍测量中的应用。

本教材由詹长根(武汉大学)任主编。刘丽(武汉大学)编写第十二至第十五章,何宝国

(湖北省地理信息中心)编写第三章,胡凯(湖北省国土资源厅)编写第十章,其余各章的编写和全书的统稿由詹长根完成,全部插图由倪文礼(武汉大学)绘制。

本书由谌作霖教授(武汉大学)、张安心高级工程师(湖北省国土资源厅)、刘家彬教授(武汉大学)、郭宏俊教授(华中农业大学)和王天麟教授(武汉大学)审稿,他们提出了一些很好的修改建议。在编写教材过程中,王海军、孙晶等同事给予许多的帮助,在此一并表示感谢。另外,钟宝琪副教授、谌作霖教授等主编的《地籍测量》教材给了我们许多的启发和经验,对他们在《地籍测量》教材建设中所做出的努力表示诚挚的谢意。

由于各方面的原因,书中难免存在一些不足甚至错误,敬请专家、学者和同行批评指正。

编　者

2001 年 7 月于武昌珞珈山

第二版修订说明

承蒙广大读者的厚爱，2001 年出版的本教材已重印多次，广泛地用于教学、科研和生产。作为本书的作者，既感欣慰，又有不安，欣慰的是我们的劳动成果得到认可，不安的是教材中还有许多不足之处。为此我们总结教材在使用过程中存在的问题，对教材进行了修改和完善，以使地籍测量内容的先进性、科学性和新颖性得到更好的体现。

1. 初步阐述了地籍测量学的含义及其研究的任务、对象和内容。

2. 对全书的语言文字作了较大修改，阐述更清楚、更准确。

3. 对新技术、新方法应用方面介绍更加明确和完善。

4. 作了较大修改与调整的部分有：第一章增加了《地籍测量学》一节（由詹长根编写）；第三章增加了《土地利用动态监测》一节（由詹长根编写）；第七章增加了《勘界测绘》一节（由唐祥云编写）；第九章增加了附录《数字求积仪的使用》（由刘丽编写）；对第十一章《数字地籍测量》进行了重写（由唐祥云完成）；增加了《全球定位系统与地籍测量》一章（由唐祥云编写），即本书第十二章；原第十二章合并到第十章（由詹长根修改）；第十三章和第十四章合并成第十三章《土地勘测技术与方法》（由刘丽修改），并删除了部分内容；删除了第十五章。全书其余章节的修改和校订由詹长根完成。

5. 每章增加了思考练习题（由刘丽编写）。书后附有《课间实验指导书》和《集中实习指导书》（由刘丽和唐祥云编写）。

书中带“ * ”号的章节，可根据具体情况讲授和学习。

编　者

2005 年 4 月于武昌珞珈山

第三版修订说明

为了反映土地调查的最新技术与方法，第三版着重对第一章、第二章和第三章的部分内容做了修改与调整，具体包括：

第一章对《地籍测量学》一节的内容重新做了梳理，增加了《地籍测量学的学科性质》，删除了附录中的《城镇土地利用分类及含义》（1989 年标准）。第二章主要对土地利用现状调查的内业作业和外业作业方法做了修改。第三章以附录形式增加了《土地利用现状分类》（2007 年国家标准），删除了《全国土地分类》（2002 年试行标准）。

另外，对书中其余章节的内容做了少量的订正。

编　者

2010 年 10 月于武昌珞珈山

目　　录

第一章　绪论 …… 1
第一节　地籍与地籍测量 …… 1
一、地籍 …… 1
二、地籍测量 …… 4
三、地籍调查 …… 5
第二节　地籍和地籍测量的历史 …… 8
一、地籍发展综述 …… 8
二、地籍测量发展综述 …… 9
三、我国地籍与地籍测量的发展 …… 9
第三节　地籍测量学 …… 12
一、地籍测量学的研究对象 …… 12
二、地籍测量学的学科性质 …… 12
三、地籍测量学的任务和内容 …… 13

第二章　土地权属调查 …… 15
第一节　土地权属 …… 15
一、土地权属的含义 …… 15
二、土地权属的确认方式 …… 16
三、土地权属的确认 …… 16
第二节　土地划分与编号 …… 17
一、土地划分 …… 18
二、地块、宗地与界址 …… 18
三、土地编号 …… 22
第三节　土地权属调查 …… 23
一、土地权属调查的内容 …… 23
二、土地权属调查的程序 …… 23
三、土地权属状况调查 …… 24
四、土地权属界址调查 …… 25
五、土地权属界址的审核与调处 …… 26
六、宗地草图的绘制 …… 26
附录一　地籍调查表样式 …… 29

第三章　土地利用调查与监测 …… 33
第一节　土地利用现状分类 …… 33
一、土地分类体系 …… 33
二、土地利用现状分类 …… 33
第二节　土地利用现状调查 …… 34
一、调查的目的 …… 34
二、调查的内容 …… 35
三、调查的原则 …… 35
四、调查的程序 …… 36
五、准备工作 …… 36
六、外业工作 …… 38
七、内业工作 …… 41
第三节　土地利用变更调查 …… 43
第四节　土地利用动态监测 …… 45
一、传统土地利用动态监测方法存在的问题 …… 45
二、土地利用动态遥感监测的含义 …… 46
三、土地利用动态遥感监测的技术流程 …… 46
四、几个关键问题 …… 48
五、土地利用动态遥感监测技术的优缺点 …… 50
附录二　土地利用现状分类（2007 国家标准） …… 51
附录三　土地利用现状调查报告的编写 …… 55
附录四　土地利用现状调查成果检查验收 …… 56

第四章　土地等级调查概述 …… 60
第一节　概述 …… 60
一、土地的质量与性状 …… 60
二、土地等级评价 …… 60
第二节　土地性状调查* …… 61
一、土地自然属性调查 …… 61
二、土地的社会经济属性调查 …… 62
第三节　土地分等定级概述* …… 63
一、城镇土地分等定级概述 …… 63
二、农用地分等定级概述 …… 65
第四节　土地税收情况调查* …… 67
一、税收与土地税 …… 67
二、土地税的依据与功能 …… 67
三、我国现行的土地税收 …… 68

第五章　房屋调查 …… 69
第一节　房屋调查 …… 69
一、与房屋有关的名词 …… 69
二、房屋调查的内容 …… 69
三、房产要素的编号 …… 74
第二节　共有面积的分摊 …… 75
一、共有面积的含义 …… 75
二、应分摊共有面积的分摊原则 …… 76
三、应分摊共有面积的区分及分摊方法 …… 76
四、应分摊共有面积的特点 …… 77
第三节　建筑面积计算 …… 77
一、计算全建筑面积的范围 …… 77
二、计算一半建筑面积的范围 …… 78
三、不计算建筑面积的范围 …… 79
第四节　房屋调查的技术要求 …… 79

第六章　地籍控制测量 …… 81
第一节　概述 …… 81
一、地籍控制测量的原则 …… 81
二、地籍控制测量的精度 …… 81
三、地籍控制点埋石的密度 …… 83
四、地籍控制点点之记和控制网略图 …… 84
第二节　地籍测量坐标系 …… 85
一、大地坐标系 …… 85
二、高斯平面直角坐标系 …… 86
三、高程基准 …… 89
四、地籍测量平面坐标系的选择 …… 89
第三节　地籍控制测量的基本方法 …… 91
一、利用 GPS 定位技术布测城镇地籍基本控制网 …… 91
二、利用已有城镇基本控制网 …… 91
三、二级导线地籍控制网的布设 …… 92
四、图根控制测量 …… 92

第七章　界址测量 …… 96
第一节　界址点的测量方法 …… 97
一、级坐标法 …… 97
二、交会法 …… 98
三、内外分点法 …… 99
四、直角坐标法 …… 99

第二节　界址点测量的外业实施 …… 100
一、准备工作 …… 100
二、野外界址点测量的实施 …… 100
三、野外观测成果的内业整理 …… 101
四、界址点误差的检验 …… 101
第三节　用高精度摄影测量方法加密界址点坐标* …… 102
一、概述 …… 102
二、摄影测量方法加密界址点坐标中的问题 …… 102
三、摄影测量平差方法提供密集控制网格 …… 105
四、摄影测量方法加密界址点的作业要点 …… 106
第四节　勘界测绘 …… 106
一、勘界测绘概述 …… 106
二、勘界测绘的工作内容及流程 …… 107
三、勘界测绘的技术问题 …… 108
四、勘界测绘各级检查验收及成果上交 …… 109

第八章　地籍图的测绘 …… 111
第一节　概述 …… 111
一、地籍图的概念 …… 111
二、地籍图比例尺 …… 111
三、地籍图的分幅与编号 …… 112
四、地籍图的内容 …… 113
第二节　地籍图的测制 …… 117
一、基本要求 …… 117
二、平板仪测图 …… 118
三、摄影测量测制地籍图 …… 118
四、编绘法成图 …… 120
第三节　宗地图的测制 …… 121
一、宗地图的概念 …… 121
二、宗地图的内容 …… 121
三、宗地图的特性 …… 122
四、宗地图的作用 …… 123
五、宗地图的编绘技术要求 …… 123
第四节　土地利用现状图与农村居民地地籍图的编制* …… 123
一、土地利用现状图的编制 …… 123
二、乡级土地利用现状图的编制 …… 124
三、县级土地利用现状图的编制 …… 124
四、土地所有权属图的编制 …… 125
五、农村居民地地籍图 …… 126

第五节　房产图的测绘* …… 128
一、分幅图的测绘 …… 128
二、分宗图测绘 …… 128
三、分户图的测绘 …… 128

第九章　土地面积测算 …… 133
第一节　土地面积测算方法 …… 133
一、几何要素法 …… 133
二、膜片法 …… 134
三、沙维奇法 …… 135
四、求积仪法 …… 136
五、坐标法 …… 137
六、消除图纸变形对面积测算的影响 …… 138
七、求地块在某一投影面的面积 …… 139
八、求地球表面倾斜面的面积 …… 139
第二节　土地面积测算与平差 …… 140
一、土地面积测算的基本要求 …… 141
二、土地面积平差 …… 141
三、控制面积测算 …… 141
四、土地面积测算的精度要求 …… 142
第三节　土地面积测算程序与统计 …… 143
一、图幅面积测算 …… 143
二、街坊（或村）面积测算 …… 144
三、宗地与地类面积测算 …… 144
四、土地面积的汇总统计 …… 144
第四节　城镇宗地面积测算的项目及关系 …… 146
附录五　数字求积仪的使用 …… 147

第十章　变更地籍调查与测量 …… 153
第一节　概述 …… 153
一、变更地籍调查与测量的作用与特点 …… 153
二、地籍变更的内容 …… 154
三、地籍变更申请 …… 154
四、变更地籍调查与测量的准备 …… 154
五、变更地籍要素的调查 …… 155
六、变更地籍资料的要求 …… 155
第二节　变更界址测量 …… 156
一、更改界址的变更界址测量 …… 156
二、不更改界址的变更界址测量 …… 157

第三节　界址的恢复与鉴定……158
一、界址的恢复……158
二、界址的鉴定……158
第四节　土地分割测量* ……159
一、概述 ……159
二、几何法分割……160
三、数值法土地分割 ……164

第十一章　数字地籍测量 ……168
第一节　概述……168
一、数字地籍测量概述 ……168
二、数字地籍测量的发展 ……169
三、数字地籍测量的特点 ……170
四、数字地籍测量的作业流程 ……171
第二节　数字地籍测量的软硬件环境……171
一、数字地籍测量系统硬件的组成……171
二、数字地籍测量的硬件功能与使用 ……173
三、数字地籍测量软件的功能 ……176
四、国内几种测图软件简介 ……178
第三节　野外数字地籍测量……178
一、野外数据采集的原理 ……178
二、野外数据采集的方法和步骤 ……181
三、数据处理 ……183
四、图形输出 ……183
第四节　地籍图原图数字化……184
一、地籍图原图扫描数字化 ……184
二、数据编辑处理……186

第十二章　全球定位系统与地籍测量 ……188
第一节　概述……188
一、GPS 定位技术的兴起及其特点……188
二、GPS 全球定位系统的组成 ……189
第二节　GPS 全球定位系统定位技术* ……190
一、GPS 定位的基本原理 ……190
二、静态相对 GPS 定位技术 ……193
三、动态相对 GPS 定位技术 ……194
四、新的 GPS 定位技术 ……195
第三节　GPS 定位技术的实施* ……198
一、GPS 测量的误差来源 ……198

二、GPS卫星定位技术的实施 …… 200
第四节　GPS全球定位系统在地籍测量中的应用 …… 202
一、GPS定位技术在地籍控制测量中的应用 …… 202
二、GPS定位技术在地籍图测绘中的应用 …… 203
三、GPS定位技术在土地利用变更调查和动态监测中的应用 …… 203
四、新的GPS定位技术在地籍测绘中的应用与展望 …… 204

第十三章　土地勘测技术与方法 …… 206
第一节　地形图的应用概述 …… 206
一、地形图的应用方向 …… 206
二、地形图应用的技术手段 …… 206
三、地形（籍）图的识读 …… 207
第二节　地形图的基本应用 …… 207
一、求图上某点的坐标 …… 207
二、求图上两点间的距离 …… 207
三、求图上某直线的坐标方位角 …… 208
四、在图上求点的高程 …… 208
五、在图上确定直线的坡度 …… 209
六、按一定方向绘制断面图 …… 209
七、在图上按规定坡度选取最短路线 …… 210
八、在地形图上确定汇水范围 …… 210
第三节　土地测设的基本技术和方法 …… 211
一、已知水平距离的测设 …… 211
二、已知水平角的测设 …… 212
三、已知高程的测设 …… 213
四、点的平面位置的测设 …… 215
第四节　土方计算方法 …… 217
一、断面法土方计算 …… 217
二、方格法土方计算 …… 217

课间实验指导书 …… 222
课间实验一　房屋面积调查 …… 222
课间实验二　全站仪的认识和使用 …… 223
课间实验三　界址点的测量 …… 224
课间实验四　数字测图软件的学习和使用 …… 225
课间实验五　求积仪的认识和使用 …… 226
课间实验六　膜片法及几何要素图解面积量算 …… 228
课间实验七　地形图的基本应用 …… 229
课间实验八　点的位置的测设 …… 230

集中实习指导书 …… 232
一、实习目的和内容 …… 232
二、实习准备 …… 232
三、流程和基本技术要求 …… 235
四、控制测量 …… 236
五、地籍图测绘 …… 238
六、成果资料的检查、上交和验收 …… 240

主要参考文献 …… 242

第一章 绪 论

第一节 地籍与地籍测量

一、地籍

（一）地籍的定义

在《辞海》（1979年版本）中，地籍被称为“中国历代政府登记土地作为征收田赋根据的册簿”。简单地讲，地籍是为征收土地税而建立的土地清册，这是地籍最古老、最基本的含义。随着社会和经济的发展，地籍不但为土地税收和土地产权保护服务，还要为土地利用规划和管理提供基础资料。在一些发达国家，地籍的应用领域扩大到30多个，我们把这种地籍称为多用途地籍或现代地籍。很显然，多用途地籍的内涵和外延更加丰富。现代（多用途）地籍（以下简称地籍）是指由国家监管的、以土地权属为核心、以地块为基础的土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用现状等土地基本信息的集合，用图、数、表等形式表示。其含义如下：

（1）地籍是由国家建立和管理的。地籍自出现至今，都是国家为解决土地税收或保护土地产权的目的而建立的。尤其是自19世纪以来，其更明显地带有国家功利性。在国外，地籍测量称做官方测量。在我国，历次地籍的建立都是由朝廷或政府下令进行的，其目的是为了保证土地的税收、保护土地产权和实现对土地的可持续利用。

（2）土地权属是地籍的核心。地籍定义中强调了“以土地权属为核心”，即地籍是以土地权属为核心对土地诸要素隶属关系的综合表述，这种表述毫无遗漏地针对国家的每一块土地及其附着物。不管是所有权还是使用权，是合法的还是违法的，是农村的还是城镇的，是企事业单位、机关、个人使用的还是国家和公众使用的（如道路、水域等），是正在利用的还是尚未利用的或不能利用的土地及其附着物，地籍都是以土地权属为核心进行记载的，都应有地籍档案。

（3）以地块为基础建立地籍。一个区域的土地根据被占有、使用等原因被分割成边界明确、位置固定的许多块。地籍的内涵之一就是以地块为基础，准确地描述每一块土地的自然属性和社会经济属性。

（4）地籍必须描述地块内附着物的状况。地面上的附着物是人类赖以生存的物质基础，是土地的重要组成部分。在城镇，土地的价值是通过附着在地面上的建筑物内所进行的各种生产活动来实现的，建筑物和构筑物是土地利用分类的重要标志。“皮之不存，毛将焉附”，土地和附着物是不可分离的，它们各自的权利和价值相互作用，相互影响。

历史上早期的地籍只对土地进行描述和记载，并未涉及地面上的建筑物、构筑物，但随着社会和经济的发展，尤其是产生了房地产市场交易后，由于房、地所具有的内在联系，地籍必须对土地及其附着物进行综合描述。图1-1表达了土地、地块、附着物与地籍的关系。

(5)地籍是土地基本信息的集合(简称土地清册)。它包括土地调查册、土地登记册和土地统计册,用图、数、表的形式描述了土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用状况。图、数、表之间通过特殊的标识符(关键字)相互连接,这个标识符就是通常所说的地块号(宗地号或地号)。

"图"是指地籍图,即用图的形式直观地描述土地及其附着物之间的相互位置关系,包括分幅地籍图、专题地籍图、宗地图等。

"数"是指地籍数据,即用数的形式描述土地及其附着物的位置、数量、质量、利用现状等要素,如面积册、界址点坐标册、房地产评价数据等。

"表"是指地籍表,即用表的形式对土地及其附着物的位置、法律状态、利用状况等进行文字描述,如地籍调查表、土地登记表和各种相关文件等。

在土地基本信息集合中回答了土地及其附着物的六个基本问题:

第一,"是谁的",具体指权属主与土地及其附着物之间的法律关系。

第二,"在哪里",具体指土地及其附着物的空间位置,一般用数据(坐标)和地籍编号进行描述。

第三,"有多少",具体指对土地及其附着物的量的描述,如土地面积、建筑面积、土地和房屋的价值或价格等。

第四,"在什么时候",具体指土地及其附着物的权利和利用的发生、转移、消灭等事件的时间。

第五,"为什么",具体指土地及其附着物的权利和利用的存在依据及其有关说明。

第六,"怎么样",具体指土地及其附着物的权利和利用的发生、转移、消灭等事件的过程说明或依据。

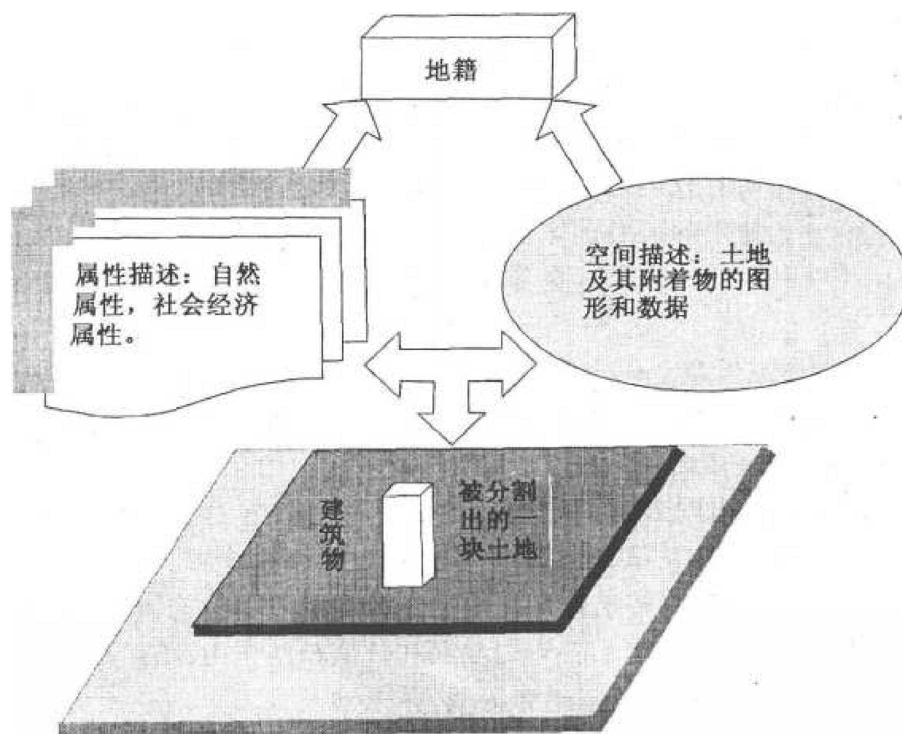


图 1-1 土地、地块、附着物与地籍的关系

（二）地籍的功能

建立地籍的目的，一般应由国家根据生产和建设的发展需要，以及科技发展的水平来确定。目前，包括我国在内的许多国家建立的地籍已广泛地用于土地税费征收、土地产权保护和土地利用规划编制，同时为政府制定土地制度、社会经济发展目标、环境保护政策等宏观决策提供基础资料和科学依据。概括起来，地籍有以下功能：

（1）地理性功能。由于应用现代测量技术的缘故，在统一的坐标系内，地籍所包含的地籍图集和相关的几何数据，不但精确表达了一块地（包括附着物）的空间位置，而且还精确和完整地表达了全部地块之间在空间上的相互关系。地籍所具有的提供地块空间关系的能力称为地理性功能。这种功能是实现地籍多用途的基础。

（2）经济功能。地籍最古老的目的就是用于土地税费的征收。利用地籍提供的土地及附着物的位置、面积、用途、等级和土地所有权、使用权状况，结合国家和地方的有关法律、法规，为以土地及其附着物为标的物的经济活动（如土地的有偿出让、转让，土地和房地产税费的征收，防止房地产市场的投机活动等）提供准确、可靠的基础资料。

（3）产权保护功能。地籍调查和管理是国家政策支持下的依法行政行为，所形成的地籍信息具有空间性、法律性、精确性、现势性等特征，因而使地籍能为在以土地及其附着物为标的物的产权活动（如调处土地争执，恢复界址，确认地权，房地产的认定、买卖、租赁及其他形式的转让；解决房地产纠纷等）中提供法律性的证明材料，保护土地所有者和土地使用者的合法权益，避免土地产权纠纷。

（4）土地利用管理功能。土地的数量、质量及其分布和变化规律是组织土地利用、编制土地利用规划的基础资料。利用地籍资料，能加快规划设计速度，降低费用，使规划容易实现。另外，地籍还能鉴别错误的规划，避免投资失误。

（5）决策功能。这里所指的决策是指国家制定土地政策、方针，进行土地使用制度改革等方面的决策，也包括国家对经济发展、环境保护、人类生存等方面的决策以及个人或企业投资等方面的决策。地籍所提供的多要素、多层次、多时态的土地资源的自然状况和社会经济状况，是国家编制国民经济计划，制定各项规划的基本依据，是组织工农业生产和进行各项建设的基础。

（6）管理功能。地籍是调整土地关系、合理组织土地利用的基本依据。土地使用状况及其经界位置的资料，是进行土地分配、再分配及征拨土地工作的重要依据。由于地籍存在地理性功能和决策功能，公安、消防、邮政、水土保持和以土地及其附着物为研究对象的科学研究和管理等部门可充分利用地籍资料为他们的工作服务。

（三）地籍的类别

随着地籍使用范围的不断扩大，其内容也更加充实，类别的划分也更趋合理。地籍按其发展阶段、对象、目的和内容的不同，可以划分为不同的类别体系。

（1）按地籍的用途划分，地籍可分为税收地籍、产权地籍和多用途地籍。

在一定社会生产方式下，地籍具有特定的对象、目的、作用和内容，但它不是一成不变的。地籍发展的过程，也是地籍用途不断扩张的过程。

税收地籍是指仅为税收服务的地籍，即专门为土地课税服务的土地清册。所以，税收地籍的主要内容是纳税人的姓名、地址和纳税人的土地面积以及土地等级等。建立税收地籍所需要的工作主要是测量地块面积和按土壤质量、土地的产出及收益等因素来评定土地

等级。

产权地籍亦称法律地籍。随着经济的发展和社会结构的复杂化，土地交易日益频繁和公开化，因而促使地籍不但要用于税收，还要用于产权保护。产权地籍是国家为维护土地所有制度、鼓励土地交易、防止土地投机、保护土地买卖双方的权益而建立的土地清册。凡经登记的土地，其产权证明具有法律效力。产权地籍最重要的任务是保障土地所有者、使用者的合法权益和防止土地投机。为此，产权地籍必须以反映宗地的界线和界址点的精确位置以及准确的土地面积等为主要内容。

多用途地籍，亦称现代地籍，是税收地籍和产权地籍的进一步发展，其目的不仅是为课税或保护产权服务，更重要的是为土地利用、保护和科学管理土地提供基础资料。经济的快速发展和社会结构复杂化的加剧为地籍应用领域的扩张提供了动力，而科学技术的发展，则为地籍内容的深化和扩张提供了强有力的技术支撑，从而使地籍突破税收地籍和产权地籍的局限，具有多用途的功能，与此同时，建立、维护和管理地籍的手段也逐步被信息技术、现代测量技术和计算机技术所代替。

(2)按地籍的特点和任务划分，地籍可分为初始地籍和日常地籍。

所谓初始地籍是指在某一时期内，对其行政辖区内全部土地进行全面调查后，建立的新的土地清册(不是指历史上的第一本簿册)。日常地籍是针对土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用状况的变化，以初始地籍为基础进行修正、补充和更新的地籍。初始地籍和日常地籍是不可分割的完整体系。初始地籍是基础，日常地籍是对初始地籍的补充、修正和更新。如果只有初始地籍而没有日常地籍，地籍将逐步陈旧，变为历史资料，缺乏现势性，失去其使用价值。相反，如果没有初始地籍，日常地籍就没有依据和基础。

(3)按城乡土地的不同特点划分，地籍可分为城镇地籍和农村地籍。

城镇土地和农村土地具有不同的利用特点和权利特点。城镇地籍的对象是城镇的建城区的土地，以及独立于城镇以外的工矿企业、铁路、交通等用地。农村地籍的对象是城镇郊区及农村集体所有土地、国有农场使用的国有土地和农村居民点用地等。由于城镇土地利用率、集约化程度高，建(构)筑物密集，土地价值高，位置和交通条件所形成的级差收益十分悬殊，城镇地籍的图、数通常具有大尺度和高精度的特征，而农村地籍则相反。在地籍的内容，土地权属处理，地籍的技术和方法及其成果整理、编制等方面，城镇地籍比农村地籍有更高、更复杂的要求。在实践中，由于农村居民地(村镇)与城镇有许多相同的地方，农村地籍的居民地部分可以按城镇地籍的相近要求建立，并统称为城镇村庄地籍。随着技术的进步和社会经济的发展，将逐步建立城乡一体化地籍。

二、地籍测量

(一)地籍测量的定义

地籍测量是为获取和表达地籍信息所进行的测绘工作。其基本内容是测定土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用状况等。具体内容如下：

(1)地籍控制测量，测量地籍基本控制点和地籍图根控制点。

(2)界线测量，测定行政区划界线和土地权属界线的界址点坐标。

(3)地籍图测绘，测绘分幅地籍图、土地利用现状图、房产图、宗地图等。

(4)面积测算，测算地块和宗地的面积，进行面积的平差和统计。

(5)进行土地信息的动态监测，进行地籍变更测量，包括地籍图的修测、重测和地籍簿册的修编，以保证地籍成果资料的现势性与正确性。

(6)根据土地整理、开发与规划的要求，进行有关的地籍测量工作。

同其他测量工作一样，地籍测量也遵循一般的测量原则，即先控制后碎部、由高级到低级、从整体到局部的原则。

(二)地籍测量的特征

地籍测量与基础测绘和专业测量有着明显不同，其本质的不同表现在凡涉及土地及其附着物的权利和利用的测量都可视为地籍测量，具体表现如下：

(1)地籍测量是一项基础性的具有政府行为的测绘工作，是政府行使土地行政管理职能的具有法律意义的行政性技术行为。

(2)地籍测量为土地管理提供了精确、可靠的地理参考系统。由地籍的历史和地籍测量的历史可知，测绘技术一直是地籍技术的基础技术之一，地籍测量技术不但为土地的税收和产权保护提供精确、可靠并能被法律事实接受的数据，而且借助现代先进的测绘技术为地籍提供了一个大众都能接受的具有法律意义的地理参考系统。

(3)地籍测量具有勘验取证的法律特征。无论是产权的初始登记，还是变更登记或他项权利登记，在对土地权利的审查、确认、处分过程中，地籍测量所做的工作就是利用测量技术手段对权属主提出的权利申请进行现场的勘查、验证，为土地权利的法律认定提供准确、可靠的物权证明材料。

(4)地籍测量的技术标准必须符合土地法律的要求。地籍测量的技术标准既要符合测量的观点，又要反映了土地法律的要求，它不仅表达人与地物、地貌的关系和地物与地貌之间的联系，而且同时反映和调节着人与人、人与社会之间的以土地产权和利用为核心的各种关系。

(5)地籍测量工作有非常强的现势性。由于社会发展和经济活动使土地的利用和权利经常发生变化，而土地管理要求地籍资料有非常强的现势性，因此必须对地籍测量成果进行适时更新，所以地籍测量工作比一般基础测绘工作更具有经常性的一面，且不可能人为地固定更新周期，只能及时、准确地反映实际变化情况。地籍测量始终贯穿于建立、变更、终止土地利用和权利关系的动态变化之中，并且是维持地籍资料现势性的主要技术之一。

(6)地籍测量技术和方法是对当今测绘技术和方法的应用集成。地籍测量技术是普通测量、数字测量、摄影测量与遥感、面积测算、误差理论和平差、大地测量、空间定位技术等技术的集成式应用。根据土地管理和房地产管理对图形、数据和表册的综合要求，组合不同的测绘技术和方法。

(7)从事地籍测量的技术人员应有丰富的土地管理知识。从事地籍测量的技术人员，不但应具备丰富的测绘知识，还应具有不动产法律知识和地籍管理方面的知识。地籍测量工作从组织到实施都非常严密，它要求测绘技术人员与地籍调查人员密切配合，细致认真地作业。

三、地籍调查

在进行地籍测量之前，必须进行地籍调查，即调查土地及其附着物的社会、经济和法律方面的信息，实地确认土地及其附着物的权属界址和利用状况，并填写地籍调查表，为土地

及其附着物的精确定位、面积测算等地籍测量工作提供基础资料。

（一）地籍调查的含义

地籍调查是遵照国家的法律规定，对土地及其附着物的权属、数量、质量和利用现状等基本情况进行的调查。它既是一项政策性、法律性和社会性很强的基础工作，又是一项集科学性、实践性、统一性、严密性于一体的技术工作。

根据调查时间及任务的不同，地籍调查可分为初始地籍调查和变更地籍调查。初始地籍调查是指对调查区范围内全部土地在初始土地登记之前进行的地籍调查。初始地籍调查一般是在无地籍资料或地籍资料比较散乱、严重缺乏、陈旧的状况下进行的调查工作，但不是指历史上的第一次地籍调查。这项工作涉及司法、税务、财政、规划、房产等方面，规模大，范围广，内容繁杂，费用巨大。变更地籍调查是指为了保持地籍的现势性和及时掌握地籍信息的动态变化而进行的经常性的地籍调查，是在初始地籍的基础上进行的，是地籍管理的经常性工作。

按调查区域的功能不同，地籍调查可分为农村地籍调查和城镇地籍调查。目前农村地籍调查主要有土地利用现状调查、土地质量调查、土地权属调查等。《土地利用现状调查规程》规定了境界（各级行政区划界线）和土地权属界（村、农、林、牧、渔场界，居民地以外的企事业单位的土地所有权和使用权界）的调查内容、方法。城镇地籍调查是指城镇及村庄内部的地籍调查，主要对城镇、村庄范围内部土地的权属、位置、数量、质量和利用状况等进行调查。合理利用城镇土地，对城镇和国家经济的发展起着重要作用。自 1985 年以来，为加强城镇的土地管理，配合国家开征城镇国有土地使用费（税），根据《城镇地籍调查规程》，全国各省、自治区、直辖市的城镇积极进行初始地籍调查。农村地籍调查和城镇地籍调查要互相衔接，既不能重复又不能遗漏。在地籍调查时，调查的内容应覆盖调查区域的每一块土地，其中土地权属调查和房地产的权属调查是核心。

（二）地籍调查的目的

随着人口的增加和经济的发展，各方面对土地的需求与日俱增。但土地的面积是有限的，位置是固定的，自然供给缺乏弹性，珍惜并合理利用每一寸土地是土地管理的根本目的。为了搞好土地管理，必须掌握土地的基本信息：一是土地的权属状况及其空间分布；二是土地的数量及其在国民经济各部门、各土地权属间的分布状况；三是土地的质量及使用状况。因此必须根据科学的地籍制度，全面进行地籍调查，搜集上述基本信息。其根本目的为维护土地制度、保护土地产权、制定土地政策和合理利用土地等提供基础资料。

（三）地籍调查的内容

由于建立地籍的目的以及地籍制度不同，地籍调查的内容也不同。

1. 税收地籍调查的内容

以财政目的为主的税收地籍调查，对土地只需调查以下两个问题：一是土地权利状况，即纳税人情况，包括姓名或单位名称、地址等；二是计算赋税的依据，即需要纳税的土地类型、土地面积和土地等级等。

2. 产权地籍调查的内容

以产权保护为目的的产权地籍，除了为税收服务之外，还要保护土地所有者和使用者的合法权益，为国家对土地的管理和监督提供证明材料。因此，产权地籍调查应以土地权属调查为核心内容，同时调查土地利用状况和其他要素。

3. 多用途地籍调查的内容

与产权地籍相比，多用途地籍的内容更加丰富。其具体内容如下：

(1)土地及其附着物的权属，包括权利人状况、权源、权利性质、权利限制等。

(2)土地及其附着物的位置，包括地理位置、权属界址等。

(3)土地及其附着物的数量，包括土地面积、建筑占地面积、总建筑面积建筑等。

(4)土地及其附着物的质量，包括土地等级、基准地价、建筑物的结构和层数、各种房地产价格等。

(5)土地及其附着物的利用状况，包括土地类型、容积率、建筑密度、建筑间距、各类别面积比例。

另外，一般附有高程、地形等图示资料。

(四)地籍调查的原则

为了保证地籍管理工作顺利开展，避免不应有的矛盾，地籍调查应遵循以下原则：

(1)符合国家土地、房地产和城市规划等有关法律的原则。

(2)实事求是的原则。调查时，在依法与现状结合的前提下，充分考虑历史背景。

(3)符合地籍管理的原则。以科学的地籍制度为基础，保证地籍的现势性与系统性、可靠性与精确性、概括性与完整性。

(4)符合多用途的原则。

——以地块(宗地)为单位进行地籍调查；

——调查前应收集有关测绘、地政、房地产产权产籍、规划、建筑物报建等资料；

——应采用空间上全覆盖的调查方法，调查区域的每一块土地，每一个宗地的情况都要调查清楚，包括道路、桥梁、河流、水面、山地、农田等；

——地籍调查结果要做到图形、数据、簿册之间具有清晰的一一对应关系。

(五)地籍调查的工作程序

1. 地籍调查的工作内容

初始地籍调查有比较系统的技术体系，相对而言是静态的。日常地籍调查的主要技术方法与初始地籍调查的技术方法是一致的，但比较零散，主要来自于日常地籍工作及国土管理的日常业务，如产权变更登记、地政、征地、土地监察等，是动态的。

不管是初始的还是日常的，地籍调查的工作内容都包括土地权属调查、土地利用现状调查、土地等级调查、房产调查等。

2. 地籍调查的工作程序

地籍调查是一项综合性的系统工程，政策性、法律性和技术性都很强，工作量大，难度高，必须在充分准备、周密计划、精心组织的基础上进行。

(1)准备工作。包括制定地籍调查的组织方案和技术方案，组织准备，宣传，调查试点及技术培训，表册、仪器、工具准备，收集资料等工作。

(2)外业调查、勘测。对土地的位置、界址、用途等进行实地调查、勘丈。

(3)内业工作。在外业工作基础上，整理地籍调查资料等。

(4)检查验收。检查验收实行作业人员自检、作业组互检、作业队专检、上级主管部门验收的多级检查验收制度。

第二节　地籍和地籍测量的历史

一、地籍发展综述

地籍是使用与管理土地的产物，其产生和发展也是社会进步、生产发展、科学技术水平不断提高的结果。国家的出现是地籍产生的基本原因。在原始社会中，土地处于“予取予求”的状态，人们共同劳动，按氏族内部的规则分享劳动产品，无须了解土地状况和人地关系。随着社会生产力的发展，出现了凌驾于劳动群众之上的机器——国家。这时，地籍作为维护这个国家机器运作的工具出现了。它在维护土地制度、保障国家税收方面发挥了重要作用。

在西方，单词“地籍”的来源并不确定，可能来源于希腊字“Katatikon”（教科书或商业书籍中），也可能来源于后来的拉丁字“Capitastrum”（纳税登记）。具有现代地籍含义的土地记录已存在了数千年。已知最古老的土地记录是公元前4000年的Chaladie表。中国、古埃及、古希腊、古罗马等文明古国都存在着一些古老的地籍记录。在当时的社会背景下，地籍是一种以土地为对象的征税簿册，记载的是有关土地的权属、面积和土地的等级等。在这种征税簿册中，只涉及土地所有者或使用者本人，不涉及四至关系，无建筑物的基本记载。所采用的测量技术也很简单，无图形。土地质量的评价主要依据是农作物的产量。运用征税簿册所征收到的税费，主要作为维持社会发展的基金，它是国家工业化之前的最主要的收入来源之一。这也就是我们所说的税收地籍。

直至18世纪，社会结构发生了深刻变革，土地的利用更加多元化，出现了农业、工业、居民地等用地类型。而测量技术的发展，使具有确定权属主的地块能精确地定位，计算的面积也更加准确，并且可以用图形来描述地籍的内容。换句话说，测量技术为地籍提供了准确的地理参考系统，最终导致了征收的税费基于被分割的地块（包括建筑物）应纳税金，并逐渐地建立了一个较成熟的税收体系。这时地籍的内容不但有土地的权属、位置、数量和利用类别，还包含其附着物（即建筑物和构筑物）的权属、位置、数量和利用类别。

19世纪，欧洲的经济结构发生了重大变化，出现了城市中心地皮紧张和土地生意兴隆的状况，产生了在法律上更好地保护土地的所有权和使用权的要求。地籍作为征收土地税费的基础，由于它能提供一个完整精确的地理参考系统（这是由精确的测量系统所带来的），因而担当起以产权登记册来实现产权的保护任务，地籍也因此变成了产权保护的工具，从此产生了含义明确的产权地籍（税收是其目的之一）。据有关文件记载，在拿破仑时代，就是因为地籍的建立，所以减少了关于地产所有权和使用权的边界纠纷。

基于以上原因，西方各国建立起了覆盖整个国家范围的国家地籍，对地籍事业的发展起到了决定性的作用。进入20世纪，由于人口增长及工业化等因素，社会结构变得更加复杂，各级政府和部门需要越来越多的信息来管理这个剧烈变迁的社会，同时认识到地籍是其管理工作中的重要信息来源。

在技术方面，土地质量评价的理论、技术和方法日趋完善，土地的质量评估资料被纳入地籍中。科学技术的发展，为测量技术提供了一个更加精确、可靠的手段，地籍图的几何精度和地籍的边界数据精度越来越高。地籍簿册登记的有关不动产性质、大小、位置等有关资

料也越来越丰富。地籍在满足土地税收和产权保护的同时，其内涵又进一步丰富。为国家利益和大众利益而进行的各类道路规划设计以及政府决策越来越依赖已有的地籍资料。地籍资料不断地应用于各类规划设计、房地产经营管理、土地整理、土地开发、法律保护、财产税收等许多方面，使地籍的内容更加丰富，从而扩展了地籍的传统任务和目的，形成了我们所说的多用途地籍，在现在的各类书籍中也称为现代地籍。

二、地籍测量发展综述

测绘技术产生之初的主要应用之一就是解决土地的划分和测算田亩的面积。约在公元前 30 世纪，古埃及皇家登记的税收记录中，有一部分是以土地测量为基础的，在一些古墓中也发现了土地测量者正在工作的图画。公元前 21 世纪，尼罗河洪水泛滥时就曾以测绳为工具用测量方法测定和恢复田界。据《中国历代经界纪要》记载："中国经界，权舆禹贡"。从商周时代实行井田制起就开始了对田地界域进行划分和丈量。从出土的商代甲骨文中可以看出耕地被划分呈"井"字形的田块，此时已用"规"、"矩"、"弓"等测量工具进行土地测量，已有了地籍测量技术和方法的雏形。

公元 11 世纪前，不管土地管理制度如何改变或不同，地籍测量的简单技术、方法和工具都是量测土地经界和面积的有力手段。

1086 年，一个著名的土地记录——汤姆斯代(The Doomsday Book)，在英格兰创立，完成了大体覆盖整个英格兰的地籍测量，遗憾的是这个记录没有标在图上。

1387 年，中国明代开展地籍测量，编制鱼鳞图册，以田地为主，绘有田块图形，分号详列面积、地形、土质以及业主姓名，作为征收田赋的依据。到 1393 年完成全国地籍测量并进行土地登记，全国田地总计为 8 507 523 顷。

1628 年，瑞典为了税收目的，对土地进行了测量和评价，包括英亩数和生产能力，并绘制成图。

1807 年，法国为征收土地税而建立地籍，开展了地籍测量；1808 年，拿破仑一世颁布全国土地法令。这项工作最引人注目的是布设了三角控制网作为地籍测量的基础，并采用了统一的地图投影，在 1 : 2 500 或 1 : 1 250 比例尺的地籍图上定出每一街坊中地块的编号，这样在这个国家中所有的土地都做到了唯一划分。这时的法国已建立了一套较完整的地籍测量理论、技术和方法。现在许多国家仍在沿用拿破仑时代的地籍测量思想及其所形成的理论和技术。

19 世纪和 20 世纪中叶以前是地籍测量理论和技术不断发展完善的阶段。20 世纪以来，由于社会的不断变革和发展，人口的急剧增长和建设事业的迅猛发展，迫切要求及时解决土地资源的有效利用和保护等问题，由此对地籍测量提出了更高的要求，各国政府对此项工作也普遍重视；而计算机技术、光电测距、航空摄影测量与遥感技术、GPS 定位技术以及卫星监测技术的迅速发展，也使得地籍测量理论和技术得到不断发展，并可对社会发展过程中出现的各种问题做出及时的解决。现在，发达国家都陆续开展了由政府监管的以地块为基础的地籍或土地信息系统的建立工作。

三、我国地籍与地籍测量的发展

我国是一个文明古国，地籍、地籍测量和地籍管理工作在我国有悠久的历史。在农业生

产中，为解决分田和赋税问题，不但进行了土地测量，而且还建立了一种以土地为对象的征税簿册。

颜师古对《汉书·武帝纪》中“籍吏氏马，补车骑马”的“籍”注为“籍者，总人籍录而取之”。地籍概念的雏形始于我国的夏朝，即公元前21～前16世纪。

商、周时代，建立了一种“九一而助”的土地管理制度，即“八家皆私百亩，同养公亩”的井田制，并相应地进行了简单的土地测绘工作，这可视做我国地籍测量的雏形。据《汉书·食货志》中记述：“六尺为步，百步为亩，亩百为夫，夫三为屋，屋三为井，井方一里，是为九夫；八家共之，各受私田百亩，公田十亩，是为八百八十亩，余二十亩以为庐舍。”它较详细地描述了当时的土地管理制度以及量测经界位置和面积的方法。

到了春秋中叶以后（约公元前770～前476年），鲁、楚、郑三国先后进行了田赋和土地调查工作。例如在公元前548年，楚国先根据土地的性质、地势、位置、用途等划分地类，再拟定每类土地所应提供的兵、车、马、甲盾的数量，最后将土地调查结果作系统记录，制成簿册。

地籍的历史发展与社会生产关系的变化密切相关。随着社会生产力的发展，社会生产关系处于不断变化之中，相应地，地籍的内容也会发生变化。孟子曾说：“夫仁政必自经界始，经界不正，井地不均，谷禄不平；是故暴君污吏，必漫其经界。经界既正，分田制禄，可坐而定也。”在这里，正经界是地籍工作的重要内容，所以地籍在生产关系调节中占有重要地位。公元前216年，《册府元龟》记载：“始皇帝三十一年，使黔首自实田。”即令人民自己申报田产面积进行登记。

如何建立与土地私有制相适应的地籍制度成了历代封建王朝工作的重点。唐德宋建中年间，杨炎推行“两税法”，并进行大规模的土地调查，郑樵《通志》记载：“至建中初，分遣黜陟使，按此垦田田数，都得百十余万顷。”

宋代对地籍管理极为重视，推行的一些整理地籍的办法对后代产生了深远的影响，其经界法地籍整理已具有产权保护的功能。宋代创立了三种地籍测量方法，即方田法、经界法、推排法。

宋代虽然创立了许多地籍管理的办法，但是未完成全国范围的土地清丈，真正完成全国土地清丈，并建立起完善的地籍制度的则是在明代。在总结宋代经界法经验的基础上，明代创立了鱼鳞图册（见图1-2）制度，而且还同时进行人口普查，将其结果编为黄册。黄册和鱼鳞图册是相互补充的。陆仪的《论鱼鳞图册》记有：“一曰黄册，以人户为母，以田为子，凡定徭役，征赋税用之。一曰鱼鳞图册，以田为本，以人户为子，凡分号数，稽四至，则用之。”这时，地籍完全从户籍中独立出来，这是我国地籍制度发展变化的重要里程碑。此后，与封建土地私有制相适应的地籍制度终于形成。

民国初期至解放初期，开始进入产权地籍。它不仅具有传统的税收功能，而且具有了产权的功能，并为政府的土地管理服务。

1914年，国民政府设立经界局，其下成立经界委员会，并设测量队，制定了《经界法规草案》。1922年，国民政府为开展土地测量，聘请德国土地测量专家单维康为顾问。1927年，上海开始进行土地测量，这是我国用现代技术方法进行的最早的地籍测量。1928年，国民政府在南京设立内政部，下设土地司，主管全国土地测量。1929年南京政府决定陆军测量总局改为参谋部陆地测量总局，兼有土地测量任务。同年，内政部公布《修正土地测量应用

尺度章程》。1931年，陆地测量总局会同各有关部门召开了全国经纬度测量及全国统一测量会议，制定了10年完成全国军用图、地籍图的计划，确定用海福特椭圆体、兰勃特投影，改定新图廓。1932年，陆地测量总局航测队应江西要求，首次在江西省施测了地籍图。以后，还做过无锡及苏北几个县的土地测量。20世纪30～40年代，国民政府为"完成地价税收政策之准备工作，并进而开征地价税；推行保障佃农，扶植自耕农，以促进农业生产的目的，调整地政机构，训练地政人员，制造测量仪器，以举办各省、县市地籍整理，进行清理地籍，确定地权，规定地价"。1942年，各省地政局下设地籍测量队，还设立了测量仪器制造厂。1944年地政署公布了《地籍测量规则》，这是我国第一部完整的国家地籍测量法规，也标志着我国地籍测量发展进入了一个新的阶段。确切地说，我国的现代地籍始于这个时期。

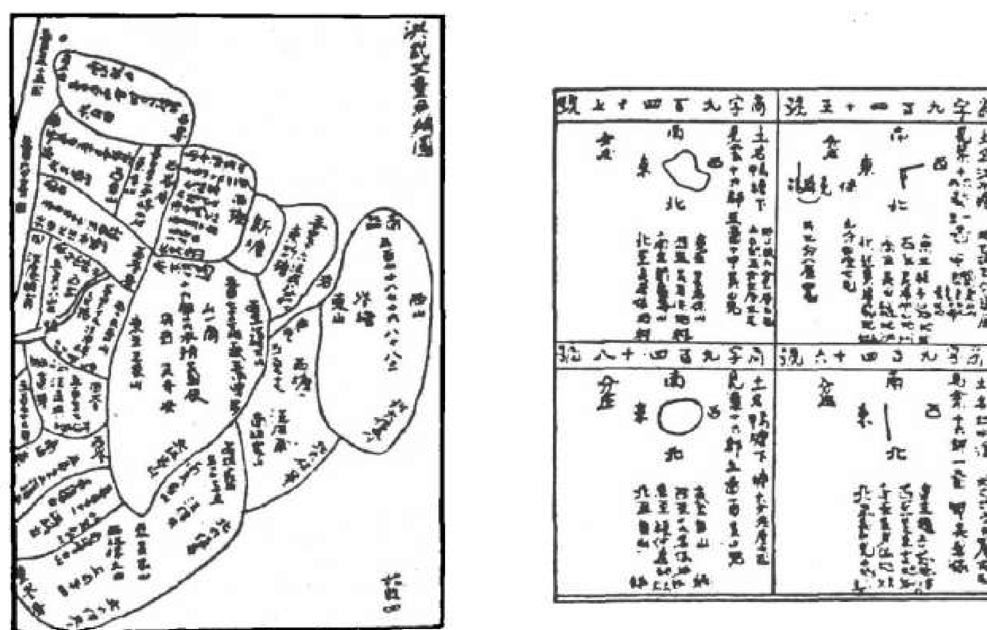


图1-2　鱼鳞图

由于历史的原因，至20世纪80年代中期，我国才正式开展地籍测量工作。为适应我国经济发展和改革开放的形势，国家于1986年成立国家土地管理局，并颁布了《中华人民共和国土地管理法》。至此，地籍测量成为我国土地管理工作的重要组成部分。国家相继制定了《土地利用现状调整调查规程》、《城镇地籍调查规程》、《地籍测量规范》、《房产测量规范》等技术规则，开展了大规模的土地利用调查、城镇地籍调查、房产调查和行政勘界工作，同时进行了土地利用监测，理顺了土地权属关系，解决了大量的边界纠纷，达到了和睦邻里关系和稳定社会秩序的目的。

国内多所院校相继开设了相关学科专业和课程，培养了大批地籍测量方面的人才并对地籍测量理论和技术进行了大量的研究工作。GPS定位理论和技术已在我国城镇地籍测量和省、市、县勘界工作中得到全面应用。卫星资源遥感用于土地利用监测的技术和理论十几年来一直在发展和完善之中。为治理环境和提高土地生产力，全国各地做了大量的土地整理测量工作。

第三节　地籍测量学

地籍测量学是以现代测绘科学技术为基础,立足于土地权利和土地利用的空间特征,以土地的管理、经济及其法律为支撑来研究土地信息的采集、处理和表达的工程技术学科。地籍测量在精确确定地球表面地块与地块之间的空间位置关系的同时,需准确表达人与地之间的各种关系。人与地的关系正是土地科学研究的核心,因此,地籍测量学科是测绘科学与土地科学结合的产物,也是社会发展所需要的科学技术。

一、地籍测量学的研究对象

测绘学属自然科学范畴的学科,是为人们了解和改造自然服务的,它研究的对象是地球表面,研究的主要内容是确定地球的形状、大小和地表面的形态,并将地表面的地形及其他信息测绘成图。由于人类社会的需求,近代科学技术的日益发展,测绘科学也得到了相应的发展。测绘对象已由地球表面扩展到空间,由静态发展到动态,形成了许多单独的并有了明确分工的分支学科。这些学科注意的是地球表面的自然属性和一般的社会属性,如地形、地貌、地理名称、构筑物和建筑物的投影位置等,它着重研究获取和表达点的三维空间的理论和技术,对于土地在利用过程中所形成的地块的法律意义、经济价值以及各地块之间的相互法律关系、社会关系和经济价值关系却无明确的描述和研究,而地块的这些特征的存在却比测绘技术的产生更加古老。测绘技术产生之初的主要应用之一就是保证各土地所用者和土地使用者的地块边界清晰、产权明确、核算地块面积并予赋税,在此所进行的测量工作可称为地籍测量(或称土地测量)。另外,为提高土地生产力而进行的土地整理的测量工作,为适应城市化发展占用农业用地来扩大生产建设用地而进行的测量工作,为实施土地利用规划和城市规划目标而进行的测量工作,还有房产测量、土地利用动态监测等测量工作都可视为地籍测量学科的范畴。

地籍测量学研究的对象是土地的空间位置及其形状和大小,具体指地块的空间位置及其形状和大小。地块是人们在土地利用过程中所形成的,并具有法律、经济和社会关系的特征。在现代土地资源管理工作中,地块是土地基本信息的最小载体。在土地管理工作中,以土地权利为主题标识的地块称宗地,以土地利用分类为主题标识的地块称图斑,宗地和图斑是地块的最重要的空间形态。

二、地籍测量学的学科性质

从工程技术的角度出发,地籍测量是自然科学的应用科学。地籍测量技术和方法体系是以测绘科学与技术为平台来构建的,是普通测量、数字测量、摄影测量与遥感、面积测算、误差理论和平差、大地测量、空间定位技术等技术的集成式应用,所表达的空间对象和可视化表达方法与基础测绘具有一致性,如道路、水系、建筑物、构筑物、地形地貌、地表覆盖等。

从土地行政管理的角度看,地籍测量是一项基础性的具有政府行为的测绘工作,是政府行使土地行政管理职能的具有法律意义的行政性技术行为。在国外,地籍测量被称为官方测绘。在我国,历次地籍测量都是由朝廷或政府下令进行的,其目的是为保证政府对土地的税收并兼有保护个人土地产权。现阶段我国进行的地籍测量工作的根本的目的是国家为保

护土地、合理利用土地及保护土地所有者和土地使用者的合法权益，为社会发展和国民经济计划提供基础资料。

从物权证明的角度看，地籍测量具有勘验取证的法律特征。无论是产权的初始登记，还是变更登记或他项权利登记，在对土地权利的审查、确认、处分过程中，地籍测量所做的工作就是利用测量技术手段对权属主提出的权利申请进行现场勘查、验证，为土地权利的法律认定提供准确、可靠的物权证明材料。

由上述三个论点，可以得出地籍测量的技术标准既要符合测量的观点，又要反映土地法律的要求。其技术标准不仅表达人与地物、地貌的关系和地物与地貌之间的联系，而且同时反映和调节着人与人、人与社会之间的以土地权利为基础、以土地利用为核心的各种关系。自然科学与社会科学的交叉融合使地籍测量具有双重属性，这就要求从事地籍测量的技术人员，不但具备丰富的测绘知识，还应具有不动产法律知识和地籍管理方面的知识。

国际测量工作者联合会(FIG)设有地籍测量和土地管理委员会，专门研究土地信息系统问题(LIS)和地籍测量的特殊问题。其目标和职责之一，就是组织交流地籍测量的现状与发展，面向的是世界范围内的土地与人口、人口与环境等问题以及由此引起的社会发展问题，这也是在全球范围内确立的地籍测量学科在经济建设和社会发展中的重要作用。

三、地籍测量学的任务和内容

地籍测量学的主要任务是确定地块的位置、面积，保持土地利用过程中所发生的地块的分割、合并、产权转移和利用类别变化的现势性和准确性。

地籍测量学研究的内容包括地籍测量的理论框架、地籍测绘技术体系及其标准化、土地的划分技术与方法、土地信息采集与表达的技术集成及其可视化、土地利用的动态监测技术与方法、高新测绘技术(3S)在土地管理中的应用等。

在全球范围内，地籍测量学的发展趋势将从以下几个方面得到体现：一是对传统的土地测量理论、技术和方法进一步地拓宽思路，使其理论更加丰富和完善，技术和方法更加规范化，土地空间信息获取将在快速、内外业一体化和城乡一体化方面取得突破；二是建立土地信息系统，并不断地改善数据质量，使土地工作更加合理和高效；三是高新测绘技术将是地籍测量学科的重要组成部分，也是快速、高质量地获取土地空间信息的技术手段之一。依托GPS技术，建立一个全国统一的土地测量参考系统，为土地信息大范围的交流及相关土地管理工作的快速实现打下基础。依托卫星资源遥感监测技术，将会经济地、快速地监测土地利用的变化，再结合常规的地面土地利用监测手段，为国家的各项决策快速提供土地利用变化的资料。

思 考 题

1. 现代地籍(多用途地籍)的含义是什么?
2. 地籍信息回答了土地及其附着物的哪六个基本问题?
3. 试述现代地籍的功能。
4. 试述地籍的分类。
5. 地籍调查的目的、内容和原则是什么?

6. 地籍测量的含义和内容是什么？
7. 地籍要素包括哪些内容？
8. 地籍测量结束后应上交哪些资料？
9. 同其他测绘相比较，地籍测量有哪些特点？
10. 试论述地籍发展的动力及其关键技术。
11. 简述地籍测量学与测绘科学的区别与联系。
12. 试论述地籍测量学的任务、研究的内容和对象。

第二章　土地权属调查

第一节　土 地 权 属

一、土地权属的含义

土地产权是土地制度的核心。土地制度对于土地权利的种种约束表现为土地产权的约束。土地产权也像其他财产权一样，必须得到法律的保护。土地权属是指土地产权的归属，是存在于土地之中的排他性完全权利。它包括土地所有权、土地使用权、土地租赁权、土地抵押权、土地继承权、地役权等多项权利。土地权属与劳动人民的生产、生活及社会活动、思想意识等密切相关，是国家经济结构和社会安定的基础。

（一）土地所有权

所有权是所有制在法律上的表现，即从法律上确认人们对生产资料和生活资料所享有的权利。土地所有权是土地所有制在法律上的表现，具体是指土地所有者在法律规定的范围内对土地拥有占有、使用、收益和处分的权利，包括与土地相连的生产物、建筑物的占有、支配、使用的权利。土地所有者除上述权利外，同时有对土地的合理利用、改良、保护，防止土地污染和荒芜的义务。

新中国成立以来，土地的所有权关系经历了三个阶段：

（1）新中国成立之初至1957年，建立了土地国有和农民劳动者所有并存的土地所有权关系。

（2）1958—1978年，建立了土地全民所有和农村劳动群众（农业社、人民公社）集体所有并存的土地所有权关系。

（3）1978年以后，我国城乡进行了经济体制改革，建立了土地全民所有和农村集体所有的土地所有权关系，同时，进一步明确了土地所有权与使用权分离的土地使用制度。

按我国现行的法律规定，城市市区的土地属于国家所有；农村和城市郊区的土地，除由法律规定属于国家所有的外，属于农民集体所有；宅基地和自留地、自留山属于农民集体所有；土地所有权受国家法律的保护。

（二）土地使用权

土地使用权是指依照法律对土地加以利用并从土地上获得合法收益的权利。按照有关规定，我国的政府、企业、团体、学校、农村集体经济组织以及其他企事业单位和公民，根据法律的规定并经有关单位批准，可以有偿或无偿使用国有土地或集体土地。

土地使用权是根据社会经济活动的需要由土地所有权派生出来的一项权能，两者的登记人可能一致，也可能不一致。当土地所有权人同时是使用权人的时候，称为所有权人的土地使用权；当土地使用权人不是土地所有权人的时候，称为非所有权人的土地使用权。二者的权利和义务是有区别的。土地所有权人可以在法律规定的范围内对土地的归宿作出决定。

(三)土地权属主

所谓土地权属主(以下简称权属主,或权利人)是指具有土地所有权的单位和土地使用权的单位或个人。

在我国,根据土地法律的规定,国家机关、企事业单位、社会团体、“三资”企业、农村集体经济组织和个人,经有关部门的批准,可以有偿或无偿使用国有土地,土地使用者依法享有一定的权利和承担一定的义务。

依照法律规定的农村集体经济组织可构成土地所有权单位。乡、镇企事业单位,农民个人等可以使用集体所有的土地。

集体所有的土地,由县级人民政府登记造册,核发土地权利证书,确认所有权和使用权。

单位和个人依法使用的国有土地,由县级或县级以上人民政府登记造册,核发土地使用权证书,确认使用权。其中,中央国家机关使用的国有土地的具体登记发证机关,由国务院确定。

确认林地、草原的所有权或者使用权,确认水面、滩涂的养殖使用权,分别依照森林法、草原法和渔业法的有关规定办理。

二、土地权属的确认方式

所谓土地权属的确认(简称确权)是指依照法律对土地权属状况的认定,包括土地所有权和土地使用权的性质、类别、权属主及其身份、土地位置等的认定。确权涉及用地的历史、现状、权源、取得时间、界址及相邻权属主等状况,是地籍调查中一件细致而复杂的工作。一般情况下,确权工作由当地政府授权的土地管理部门主持,土地权属主(或授权指界人)、相邻土地权属主(或授权指界人)、地籍调查员和其他必要人员都必须到现场。具体的确认方式如下:

(1)文件确认。它是根据权属主所出示并被现行法律所认可的文件来确定土地使用权或所有权的归属,这是一种较规范的土地权属认定手段,城镇土地使用权的确认大多用此方法。

(2)惯用确认。它主要是对若干年以来没有争议的惯用土地边界进行认定的一种方法,是一种非规范化的权属认定手段,主要适用于农村和城市郊区。在使用这种认定方法时,为防止错误发生,要注意以下几点:一是尊重历史,实事求是;二是注意四邻认可,指界签字;三是不违背现行法规政策。

(3)协商确认。当确权所需文件不详,或认识不一致时,本着团结、互谅的精神,由各方协商,对土地权属进行认定。

(4)仲裁确认。在有争议而达不成协议的情况下,双方都能出示有关文件而又互不相让的情况下,应充分听取土地权属各方的申述,实事求是地、合理地进行裁决。不服从裁决者,可以向法院申诉,通过法律程序解决。

三、土地权属的确认

(一)农村地区(含城市郊区)土地所有权和使用权的确认

农村土地所有权和使用权的确认涉及村与村、乡与乡、乡村与城市、村与独立工矿及事业单位的边界等。它不但形式复杂,而且往往用地手续不齐全。因此,应将文件确认、惯用

确认、协商确认或仲裁确认几种方式结合起来确认农村土地所有权和使用权。对完成了土地利用现状调查的地区,其调查成果的表册和图件是很有说服力的确权文件,应予承认。

铁路、公路、军队、风景名胜区和水利设施等用地,其所有权属国家,使用权归各管理部门。由于这些用地分布广泛,并且比较零乱,其权属边界比较复杂。在进行土地权属调查时,按照土地使用原则和征地或拨地文件确认土地的使用权和所有权。

(二)城市土地使用权的确认

城市的土地所有权为国家所有,权属主只有土地使用权。城市土地使用权主要按下述文件确认:

(1)单位用地红线图。红线图是指在大比例尺的地形图上标绘用地单位的用地红线,并注有用地单位名称、用地批文的文件名、批文时间、用地面积、征地时间、经办人和经办单位印章等信息的一种图件。红线图的形成经过建设立项、上级机关批准、用地所在市县审批、城市规划部门审核选址、地籍管理部门和建设用地部门审定和办理征(拨)地手续、再由城市勘测部门划定红线等一系列法定手续。红线图是审核土地权属的权威性文件。在进行地籍调查时,可根据该红线图来判定土地权属,并到实地勘定用地范围的边界。

(2)房地产使用证。包括地产使用证、房地产使用权证或房产所有权证。1949 年以来的几十年中,有的城市曾经核发过地产使用证。1978 年至 1986 年,城市房地产部门组织过地籍测量,绘制过房产图,并发放过房地产使用权证或房产所有权证。这些文件可作为确权依据。

(3)土地使用合同书、协议书、换地书等。1949 年至 1986 年的几十年中,企事业单位之间的调整、变更,企事业单位之间的合并、分割、兼并、转产等情况,它们所签订的各种形式的土地使用合同书、协议书、换地书等,本着尊重历史、注重现实的原则,可作为确权文件。

(4)征(拨)地批准书和合同书。1949 年至 1982 年,企事业单位建设用地采取征(拨)地制度。权属主所出示的征(拨)地批准书和合同书,可作为确权文件。

(5)有偿使用合同书(协议书)和国有土地使用权证书。1986 年之后,国家进一步明确了土地所有权与使用权分离的制度,改无偿使用土地为有偿使用土地。政府土地管理部门为国有土地管理人,以一定的使用期限和审批手续,对土地使用权进行出让、转让或拍卖。所签订的有偿使用合同书(或协议书)和发放国有土地使用权证是土地使用权确认的文件。

(6)城市住宅用地确权的文件。现阶段我国的城市住宅有三种所有制,即全民所有制住宅、集体所有制住宅和个人所有制住宅。一般情况下,住宅的权属主同时是该住宅所坐落的土地的权属主。单位住宅用地根据其征(拨)地红线图和有关文件确权;个人住宅用地(含购商品房住宅)根据房产证、契约等文件确权;奖励、赠与的房屋用地应根据奖励证书、赠与证书和有关文件(如房产证)确认土地使用权。

第二节　土地划分与编号

要达到科学管理土地的要求,地籍必须建立地块标识系统,包括土地的划分规则和编号系统。这不仅有利于土地利用规划、计划、统计与管理,而且便于资料整理以及信息化、自动化管理,便于检索、修改、存储、利用。

一、土地划分

土地划分是指为满足土地管理工作的需要所确定的地块所属地域上的空间层次。根据我国国情，划分的空间层次应与行政管理系统相一致。

（一）城镇地区土地划分

首先按各级行政区划的管理范围进行划分土地，城镇可划分区和街道两级，在街道内划分宗地（地块）。当街道范围太大时，可在街道的区域内，根据线状地物，如街道、马路、沟渠或河道等为界，划分若干街坊，在街坊内划分宗地（地块）；当城镇比较小，无街道建制时，也可在区或镇的管辖范围内，划分若干街坊，在街坊内划分宗地（地块）。对城镇，完整的土地划分就是××省××市××区××街道××街坊××宗地（地块）。

（二）农村地区土地划分

按我国目前农村行政管辖系统，末级行政区是乡（镇），按城镇模式，完整的土地划分应是××省××县（县级市）××乡（镇）××行政村××宗地（地块）××图斑。

（三）地籍区和地籍子区

这两个名词是根据地籍工作的需要而设立的。在我国，地籍管理的基层单位为县、区级土地管理部门。实际工作中，地籍区相当于街道或乡镇，地籍子区相当于街坊或行政村。当然还有其他的划分方法。在德国的某些地方，二千分之一的地籍图的图幅范围为一个地籍区或地籍子区。

二、地块、宗地与界址

（一）地块与宗地

地块是可辨认出同类属性的最小土地单元。在地面上确定一个地块实体的关键在于根据不同的目的确定“同类属性”的含义。它可以是权利的，或生态的，或经济的，或利用类别的，等等。如地块具有权利上的同一性，则称为权利地块，实质上就是我们所说的宗地或丘；如地块具有利用类别上的同一性，则称分类地块，在土地利用现状调查中称图斑；如地块具有质量上的统一性，则称质量地块（均质地域）；如地块是受特别保护的耕地，则叫农田保护区或基本农田保护区，等等。地块的特征如下：

（1）在空间上具有连续性。

（2）空间位置是固定的，边界是相对明确的。

（3）“同类属性”既可以是某一种属性，也可以是某一类属性的集合，即可以采用土地的权利、质量、利用类别等中的一个属性或几个属性的组合作为“同类属性”来标识一个地块的具体空间位置。在地籍工作中，宗地、图斑、均质地域、农田保护区等都是具有确定的“同类属性”的地块。

宗地是指权利上具有同一性的地块，即同一土地权利相连成片的用地范围。根据地块的含义，宗地具有固定的位置和明确的权利边界，并可同时辨认出确定的权利、利用、质量和时态等土地基本要素。

（二）土地权属界址

土地权属界址（简称界址）包括界址线、界址点和界标。所谓土地权属界址线（简称界址线）是指相邻宗地之间的分界线，或称宗地的边界线。有的界址线与明显地物重合，如围墙、墙壁、道路、沟渠等，但要注意实际界线可能是它们的中线、内边线或外边线。界址点是

指界址线或边界线的空间或属性的转折点。

界标是指在界址点上设置的标志。界标不仅能确定土地权属界址或地块边界在实地的地理位置，为今后可能产生的土地权属纠纷提供直接依据与和睦邻里关系，同时也是测定界址点坐标值的位置依据。《城镇地籍调查规程》设计了5种界标，分别见图2-1～图2-5。图中数值的单位为毫米。

(1)混凝土界址标桩(地面埋设用)见图2-1。

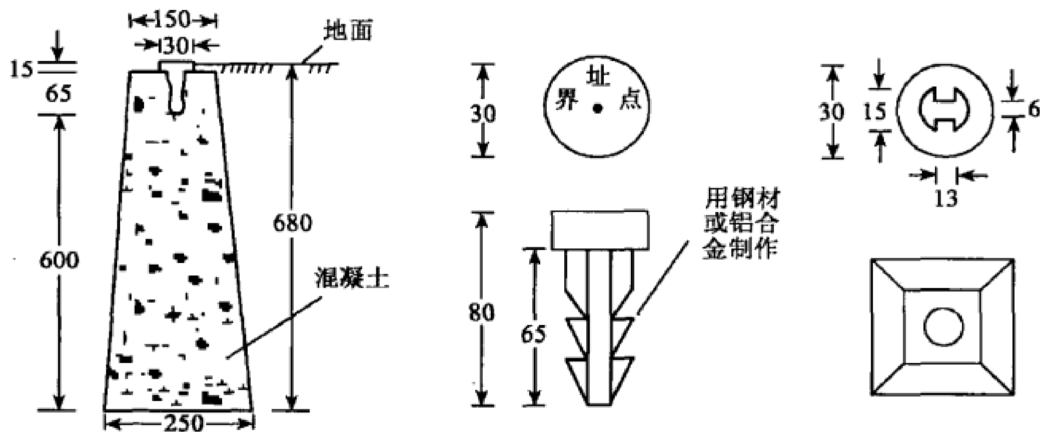


图2-1 混凝土界址标桩

(2)石灰界址标桩(用于地面填设)见图2-2。

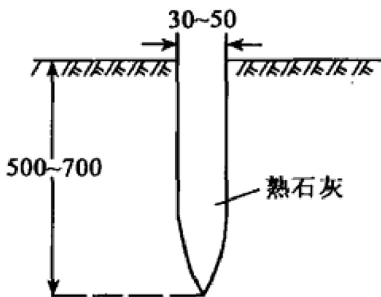


图2-2 石灰界址标桩

(3)带铝帽的钢钉界址标桩(在坚硬的地面上打入埋设)见图2-3。

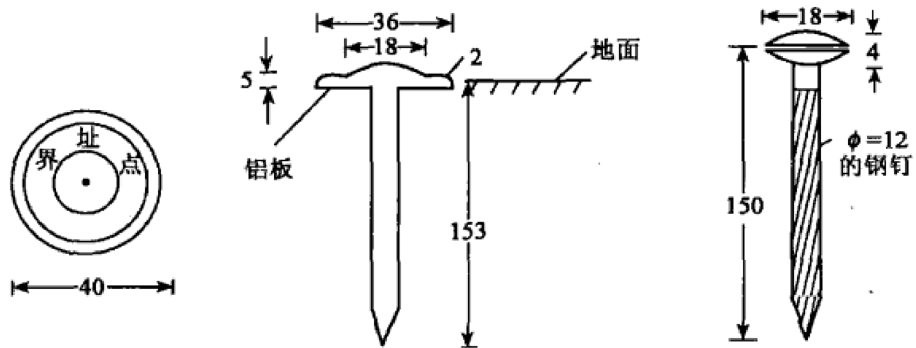


图2-3 带铝帽的钢钉界址标桩

(4)带塑料套的钢棍界址标桩(在房、墙角浇筑)见图 2-4。

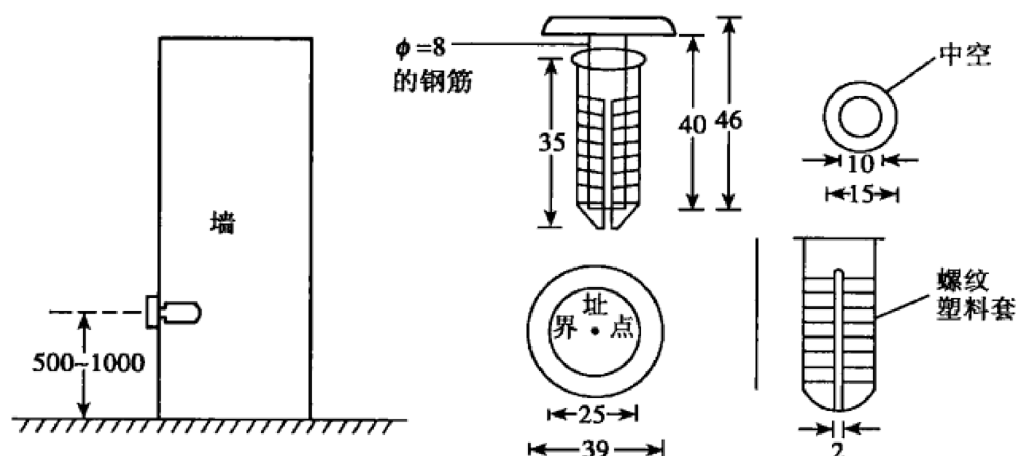


图 2-4 带塑料套的钢棍界址标桩

(5)喷漆界址标志(在墙上喷漆)见图 2-5。

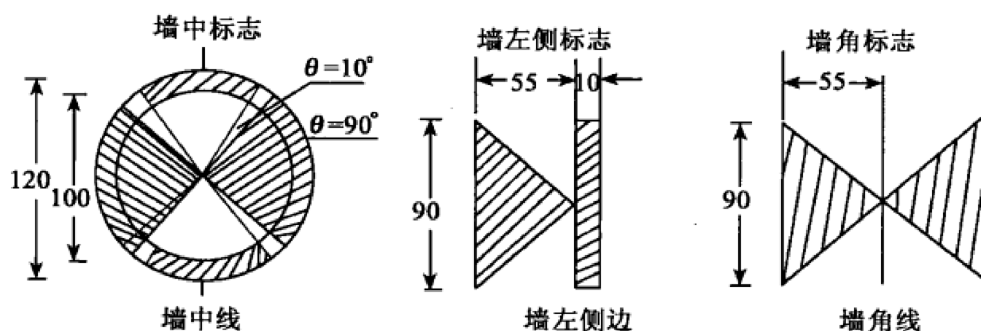


图 2-5 喷漆界址标志

(三)边界类型与边界系统

1. 边界类型

边界,也称界线,在地籍中有着特殊的地位,这是由土地的自然特性和人类对土地占有或使用的结果所决定的。根据土地划分的方法,形成了三种边界,即行政边界、宗地边界和地块边界。

(1)行政边界。包括省界、县界、市界、区界、乡镇、行政村界等。这些边界一般由各级政府部门(如民政部门等)划定。它们大多由路、沟渠、河流、田埂、山脊或山谷、人造边界要素等构成,边界多半有一定的宽度,并由行政辖区双方共有。在农村,一般这些边界都与土地所有权界线重合。

(2)宗地边界。根据宗地划分方法而划分出的地块边界。

(3)地块边界。在土地管理工作中,根据地块的含义划分出的地块的边界。

2. 边界系统

所谓边界系统,就是人们或政府管理机构通常以某种方式所承认的界线存在形式。一般由普通边界和法律边界组成。

所谓普通边界是指主要依靠自然的或人造的边界要素，依据各地的普通规则，但没有精确的边界数据，或有边界数据但没有法律手续固定下来的边界。这种边界在英国的土地登记系统中有较为详细的描述，在我国农村地区普遍存在。至今我国的行政边界也大多属于此类，我国土地利用现状的调查中的地块边界也属此类。

所谓法律边界是指对人造的或自然的边界要素进行精确的测量，获取测量数据，通过法律程序给予承认，并在实地以法律的形式固定下来的边界。

自然边界要素主要指一些固定的、明显的地物点（如围墙、道路中心线、房角等）和固定的、明显的线状地物或地形结构线（如山脊线、山谷线、行树、河流的边线或中心线等）。人造边界要素主要指人工制作的界标，如《地籍调查规程》中设计的5种界标。在这里，最重要的是精确测量这些要素，其数据通过法律程序予以确认即可。

在我国的地籍管理工作中，这两种边界都存在。普通边界由于其自然要素的存在，缺乏必需的边界数据和法律手续，可能引起争议，缺乏安全性。如果全部采用法律边界，需要强大的经济支撑，此时就必须详细地分析普通边界向法律边界转换的经济与利益的关系和必要性。在这个问题上，考虑其区域性是很重要的。

（四）宗地的划分

根据权属性质的不同，宗地可分为土地所有权宗地和土地使用权宗地。依照我国相关法律法规，通常调查集体土地所有权宗地、集体土地使用权宗地和国有土地使用权宗地。

1. 基本方法

无论是集体土地所有权宗地，还是集体土地使用权宗地和国有土地使用权宗地，其划分方法如下：

(1)由一个权属主所有或使用的相连成片的用地范围划分为一宗地。

(2)如果同一个权属主所有或使用不相连的两块或两块以上的土地，则划分为两个或两个以上的宗地。

(3)如果一个地块由若干个权属主共同所有或使用，实地又难以划分清楚各权属主的用地范围的，划为一宗地，称组合宗地。

(4)对一个权属主拥有的相连成片的用地范围，如果土地权属来源不同，或楼层数相差太大，或存在建成区与未建成区（如住宅小区），或用地价款不同，或使用年期不同等情况，在实地又可以划清界线的，可划分成若干宗地。

2. 集体非农建设用地使用权宗地划分

在农村和城市郊区，依据宗地划分的基本原则，农村居民地内村民建房用地（宅基地）和其他建设用地，可按集体土地的使用权单位的用地范围划分为宗地，一般反映在农村居民地地籍图（岛图）上。

3. 集体土地所有权宗地的划分

依照《中华人民共和国土地管理法》规定，农村可根据集体土地所有权单位（如村民委员会、农业集体经济组织、村民小组、乡（镇）农民集体经济组织等）的土地范围划分土地所有权宗地。

一个地块由几个集体土地所有者共同所有，其间难以划清权属界线的，为共有宗地。共有宗地不存在国家和集体共同所有的情况。

4. 城镇以外的国有土地使用权宗地的划分

城镇以外,铁路、公路、工矿企业、军队等用地,都是国有土地,这些国有土地使用权界线大多与集体土地的所有权界线重合,其宗地的划分方法与前述相同。

5. 争议地、间隙地和飞地

争议地是指有争议的地块,即两个或两个以上土地权属主都不能提供有效的确权文件,却同时提出拥有所有权或使用权的地块。间隙地是指无土地使用权属主的空置土地。飞地是指镶嵌在另一个土地所有权地块之中的土地所有权地块。这些地块均实行单独分宗。

三、土地编号

(一)城镇地区土地编号

通常以行政区划的街道和宗地两级进行编号,如果街道下划分有街坊(地籍子区)就采用街道、街坊和宗地三级编号。一般情况下,地籍编号统一自西向东、从北到南从“001”开始顺序编号。如 03-05-012 表示××省××市××区第 3 街道、第 5 街坊、第 12 宗地。地籍图上采用不同的字体和不同字号加以区分;而宗地号在图上宗地内以分数形式表示,分子为宗地编号,分母为地类号。通常省、市、区、街道、街坊的编号在调查前已经编好,调查时只编宗地号,并及时填写在相应的表册中。

(二)农村地区地籍编号

农村应以乡(镇)、宗地和地块三级组成编号。其原则同上,如 02-04-005 表示××省××县(县级市)××乡(镇)第 2 行政村、第 4 宗地、第 5 地块(图斑)。

通常省、县(县级市)、乡(镇)、行政村的编号在调查前已经编好,调查时只编宗地号和地块号,并及时填写在相应的表册中。

(三)其他的编号方法

根据宗地的划分情况,每个宗地编号共有 13 位,编号方法见表 2-1。编号的第 1 ~ 10 位为该宗地所属行政区划的代码。其中,前 6 位即省、地市、县/区的代码,可直接采用身份证的前 6 位编号方案,如 610324 代表陕西省宝鸡市扶风县;第 7、8 位为街道/镇/乡代码;第 9、10 位为街坊/行政村代码。它们是在所属上一级行政区划范围内统一编号的。第 11、12、13 位为宗地所在街坊/行政村(村民委员会)范围内按“弓”形顺编的序号。

表 2-1　宗地编号

在编号中的位置	第 1、2 位	第 3、4 位	第 5、6 位	第 7、8 位	第 9、10 位	第 11、12、13 位
宗地编号	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	×××
代码数字范围	00 ~ 99	00 ~ 99	00 ~ 99	00 ~ 99	00 ~ 99	001 ~ 999
代码意义	省级代码	城市级代码	县、县级市、区代码	街道、镇、乡代码	街坊、行政村代码	宗地序号

注:城镇中在划分街坊时一般以马路、巷道、河沟等线状地物为界来划分。街坊划分不宜过大,以宗地不超过 999 个为宜,并且要给变更编号留有较大的余地。

第三节　土地权属调查

土地权属调查是指以宗地为单位，对土地的权利、位置等属性的调查和确认（土地登记前具有法律意义的初步确认）。土地权属调查可分为土地所有权调查和土地使用权调查。在我国，初始土地所有权调查与土地利用现状调查一起进行，同时也调查城镇以外的国有土地使用权，如铁路、公路、独立工矿企事业、军队、水利、风景区的用地和国有农场、林场、苗圃的用地等。

一、土地权属调查的内容

（1）土地的权属状况，包括宗地权属性质、权属来源、取得土地时间、土地使用者或所有者名称、土地使用期限等。

（2）土地的位置，包括土地的坐落、界址、四至关系等。

（3）土地的行政区划界线，包括行政村界线（相应级界线）、村民小组界线（相应级界线）、乡（镇）界线、区界线以及相关的地理名称等。

（4）对城镇国有土地，调查土地的利用状况和土地级别。

二、土地权属调查的程序

（1）拟订调查计划。首先明确调查任务、范围、方法、时间、步骤、人员组织以及经费预算，然后组织专业队伍，进行技术培训与试点。

（2）物质方面准备。印刷统一制定的调查表格和簿册，配备各种仪器与绘图工具、生活交通工具和劳保用品等。

（3）调查底图的选择。根据需要和已有的图件，选择调查底图。一般要求使用近期测绘的地形图、航片、正射像片等。对土地所有权调查，调查底图的比例尺在1∶5 000至1∶50 000之间；对土地使用权调查，调查底图的比例尺在1∶500至1∶2 000之间。

（4）街道和街坊的划分。在确定了调查范围之后，还要在调查底图上，依据行政区或自然界线划分成若干街道和街坊，作为调查工作区。

（5）发放通知书。实地调查前，要向土地所有者或使用者发出通知书，同时对其四至发出指界通知。按照工作计划，分区分片通知，并要求土地所有者或使用者（法人或法人委托的指界人）及其四至的合法指界人，按时到达现场。

（6）土地权属资料的收集、分析和处理。在进行实地调查以前，调查员应到各土地权属单位，收集土地权属资料，并对这些资料进行分析处理，确定实地调查的技术方案。在进行资料分析处理时，对于能完全确权的宗地，在调查的底图上标绘出各宗地的范围线，并预编宗地号，及时建立地籍档案。否则，按街道或街坊将宗地资料分类，预编宗地号，在工作图上大致圈定其位置，以备实地调查。

（7）实地调查。根据资料收集、分析和处理的情况，逐宗地进行实地调查，现场确定界址位置，填写地籍调查表，绘制宗地草图。

（8）资料整理。在资料收集、分析、处理和实地调查的基础上，编制宗地号，建立宗地档案，准备地籍测量所需的资料。

三、土地权属状况调查

(一)土地权属来源调查

土地权属来源(简称权源)是指土地权属主依照国家法律获取土地权利的方式。

1. 集体土地所有权来源调查

集体土地所有权的权属来源种类主要有:

(1)土改时分配给农民并颁发了土地证书,土改后转为集体所有。

(2)农民的宅基地、自留地、自留山及小片荒山、荒地、林地、水面等。

(3)城市郊区依照法律规定属于集体所有的土地。

(4)凡在1962年9月《农村人民公社工作条例修正草案》颁布时确认的生产经营的土地和以后经批准开垦的耕地。

(5)城市市区内已按法律规定确认为集体所有的农民长期耕种的土地、集体经济组织长期使用的建设用地、宅基地。

(6)按照协议,集体经济组织与国有农、林、牧、渔场相互调整权属地界或插花地后,归集体所有的土地。

(7)国家划拨给移民并确定为移民拥有集体土地所有权的土地。

2. 城镇土地使用权来源调查

迄今为止,我国城镇土地使用权属来源主要分两种情况:

一种是1982年5月《国家建设征用土地条例》颁布之前权属主取得的土地,通常叫历史用地。

另一种是1982年5月《国家建设征用土地条例》颁布之后权属主取得的土地。具体有:

——经人民政府批准征用的土地,叫行政划拨用地,一般是无偿使用的。

——1990年5月19日中华人民共和国国务院令第55号《中华人民共和国城镇国有土地使用权出让和转让暂行条例》发布后权属主取得的土地,叫协议用地,一般是有偿使用的。

在土地权属调查时,具体的情况可能较复杂,各个地方的情况也有所差别。

3. 土地权属来源调查的注意事项

在调查土地权属来源时,应注意被调查单位(即土地登记申请单位)与权源证明中单位名称的一致性。发现不一致时,需要对权属单位的历史沿革、使用土地的变化及其法律依据进行细致调查,并在地籍调查表的相应栏目中填写清楚。

(二)其他要素的调查

1. 权属主名称　权属主名称是指土地使用者或土地所有者的全称。有明确权属主的为权属主全称;组合宗地要调查清楚全部权属主全称和份额;无明确权属主的,则为该宗地的地理名称或建筑物的名称,如××水库等。

2. 取得土地的时间和土地年期　取得土地的时间是指获得土地权利的起始时间。土地年期是指获得国有土地使用权的最高年限。在我国,城镇国有土地使用权出让的最高年限规定为:住宅用地为70年;工业用地为50年;教育、科技、文化、卫生、体育用地为50年;商业、旅游、娱乐用地为40年;综合或者其他用地为50年。

3. 土地位置　对土地所有权宗地，调查核实宗地四至，所在乡（镇）、村的名称以及宗地预编号及编号。对土地使用权宗地，调查核实土地坐落，宗地四至，所在区、街道、门牌号，宗地预编号及编号。

4. 土地利用分类和土地等级调查　由于集体土地所有权宗地的土地类型较多，其调查方法参阅第三章；而城镇村庄土地使用权宗地的土地类型比较单一，2002 年以前采用《城镇土地利用分类及含义》（见附录一），2002 年以后采用《全国土地分类（试行）》（参阅第三章）。

四、土地权属界址调查

界线调查时，必须向土地权属主发放指界通知书，明确土地权属主代表到场指界时间、地点和需带的证明与权源材料。

1. 界址调查的指界

界址调查的指界是指确认被调查宗地的界址范围及其界址点、线的具体位置。现场指界必须由本宗地及相邻宗地指界人亲自到场共同指界。若由单位法人代表指界，则出示法人代表证明。当法人代表不能亲自出席指界时，应由委托的代理人指界，并出示委托书和身份证明。由多个土地所有者或使用者共同使用的宗地，应共同委托代表指界，并出示委托书和身份证明。

对现场指界无争议的界址点和界址线，要埋设界标，填写宗地界址调查表，各方指界人要在宗地界址调查表上签字盖章，对于不签字盖章的，按违约缺席处理。

宗地界址调查表的填写应特别注意标明界址线应在的位置，如界址点（线）标志物的中心、内边、外边等。

对于违约缺席指界的，根据不同情况按以下办法处理：

（1）如一方违约缺席，其界址线以另一方指定的界址线为准确定。

（2）如双方违约缺席，其界址线由调查员依据有关图件和文件，结合实地现状决定。

（3）确定界址线（简称确界）后的结果以书面形式送达违约缺席的业主，并在用地现场公告，如有异议的，必须在结果送达之日起十五日内提出重新确界申请，并负责重新确界的费用，逾期不申请，确界自动生效。

2. 权属主不明确的界线调查

（1）征地后未确定使用者的剩余土地和法律、法规规定为国有而未明确使用者的土地，在国有土地使用权、乡（镇）集体土地所有权和村集体土地所有权界线调查的基础上，根据实际情况划定土地界线。

（2）暂不确定使用者的国有公路、水域的界线，一般按公路、水域的实际使用范围确界。

（3）不明确或暂不确定使用者的国有土地与相邻权属单位的界线，暂时由相邻权属单位单方指界，并签订《权属界线确认书》，待明确土地使用者并提供权源材料后，再对界线予以正式确认或调整。

3. 乡镇行政境界调查

调查队会同各相邻乡（镇）土地管理所依据既是村界又是乡（镇）界的界线，结合民政部门有关境界划定的规定，分段绘制相邻乡（镇）行政境界接边草图，并将该图附于《乡（镇）行政界线核定书》，并由调查队将所确定的乡（镇）行政界线标注在航片或地形图上，提供内业

编辑。

4. 界标的设置

调查人员根据指界认定的土地范围,设置界标。对于弧形界址线,按弧线的曲率可多设几个界标。对于弯曲过多的界址线,由于设置界标太多,过于繁琐,可以采取截弯取直的方法,但对相邻宗地来说,由取直划进、划出的土地面积应尽量相等。

乡(镇)、行政村、村民小组、公路、铁路、河流等界线一般不设界标。但土地行政管理部门或权属主有要求和易发生争议的地段,应设立界标。

5. 界址的标注和调查表的填写

一个乡(镇)权属调查结束后,在乡(镇)境界内形成的土地所有权界线、国有土地使用权界线、无权属主或权属主不明确的土地权属界线、争议界线、城镇范围线构成无缝隙、无重叠的界线关系,这些界址点、线均应标注在调查用图上。

地籍调查表(见本章附录二)是土地权属调查确定权属界线的原始记录,是处理权属争议的依据之一,必须按规定的格式和要求认真填写。

五、土地权属界址的审核与调处

外业调查后,要对其结果进行审核和调查处理。使用国有土地的单位,要将实地标绘的界线与权源证明文件上记载的界线相对照。若两者一致,则可认为调查结束;否则需查明原因,视具体情况作进一步处理。对集体所有土地,若其四邻对界线无异议并签字盖章,则调查结束。

有争议的土地权属界线,短期内确实难以解决的,调查人员填写《土地争议原由书》一式 5 份,权属双方各执 1 份,市、县(区)、乡(镇、街道)各 1 份。调查人员根据实际情况,选择双方实际使用的界线,或争议地块的中心线,或权属双方协商的临时界线作为现状界线,并用红色虚线将其标注在提供市、区的《土地争议原由书》和航片(或地形图)上。争议未解决之前,任何一方不得改变土地利用现状,不得破坏土地上的附着物。

六、宗地草图的绘制

宗地草图是描述宗地位置、界址点、线和相邻宗地关系的实地草编记录。在进行权属调查时,调查员填写并核实所需要调查的各项内容,实地确定了界址点位置并对其埋设了标志后,现场草编绘制宗地草图。图 2-6 为城镇土地使用权宗地草图。

1. 宗地草图记录的内容

(1)本宗地号和门牌号,权属主名称和相邻宗地的宗地号、门牌号、权属主名称。

(2)本宗地界址点,界址点序号及界址线,宗地内地物及宗地外紧靠界址点线的地物等。

(3)界址边长、界址点与邻近地物的相关距离和条件距离。

(4)确定宗地界址点位置,界址边长方位所必须的建筑物或构筑物。

(5)概略指北针和比例尺、丈量者、丈量日期。

2. 宗地草图的特征

(1)它是宗地的原始描述。

(2)图上数据是实量的,精度高。

(3)所绘宗地草图是近似的,相邻宗地草图不能拼接。

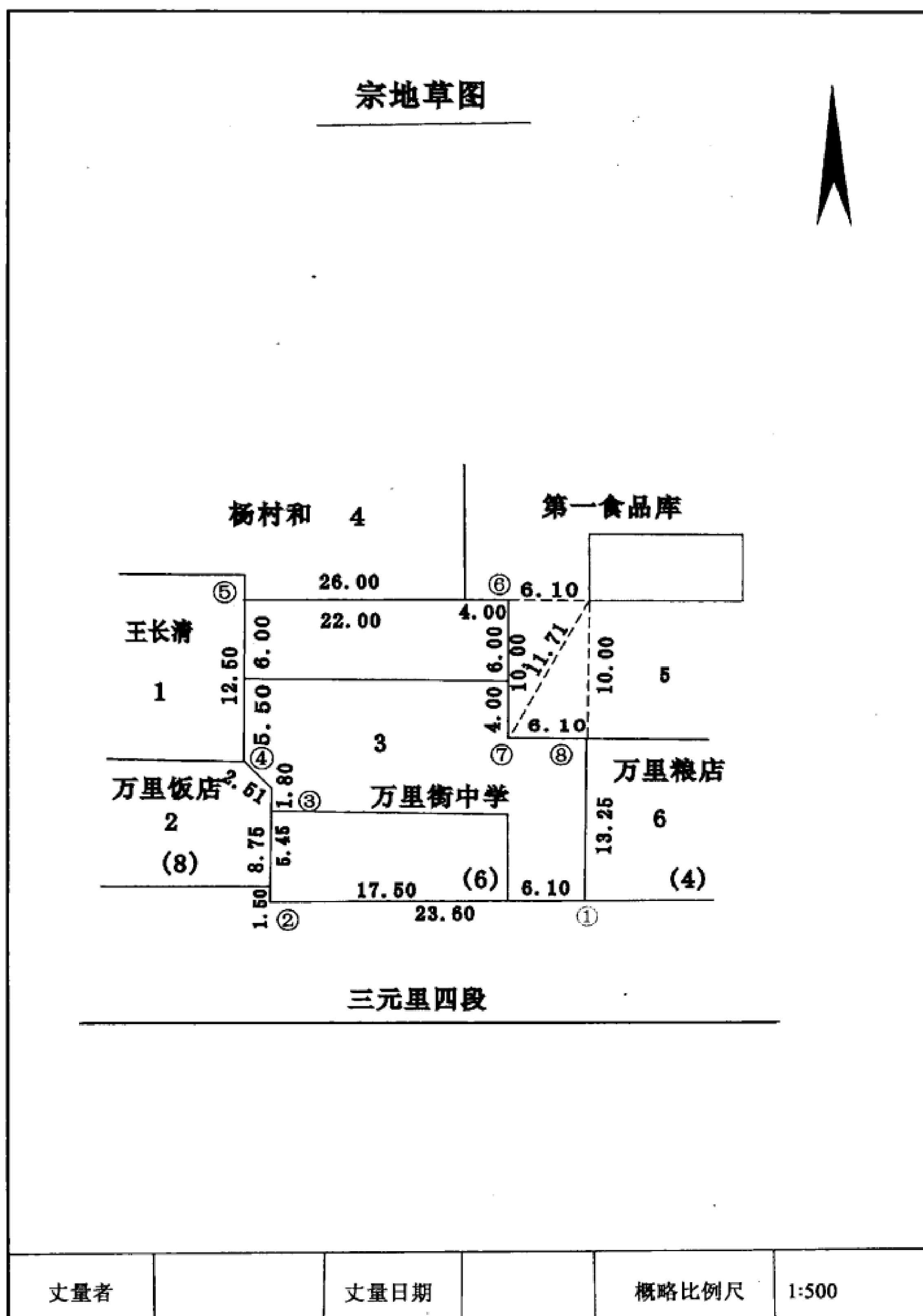


图 2-6　宗地草图样图

3. 宗地草图的作用

(1)它是地籍资料中的原始资料。

(2)配合地籍调查表,为测定界址点坐标和制作宗地图提供了初始信息。

(3)可为界址点的维护、恢复和解决权属纠纷提供依据。

4. 绘制宗地草图的基本要求

绘制宗地草图时,图纸质量要好,能长期保存,其规格为32开、16开或8开,过大宗地可分幅绘制;草图按概略比例尺,使用2H~4H铅笔绘制,要求线条均匀,字迹清楚,数字注记字头向北向西书写;过密的部位可移位放大绘出;应在实地绘制,不得涂改注记数字;用钢尺丈量界址边长和相关边长,并精确至0.01m。

思考题

1. 试述我国土地权属的性质及其权属单位。
2. 土地权属的确认方式有哪几种?如何确认土地权属?
3. 简述地块和宗地的概念及其划分原则。
4. 论述土地权属界址、边界系统和边界类型。
5. 简述土地权属调查的内容和基本程序。
6. 土地权属调查中,违约指界如何处理?
7. 土地权属界线的如何审查与调处?
8. 如何调查处理土地权属界线的争议?
9. 简述界址调查的指界方法。
10. 什么是飞地、间隙地、争议地?
11. 试对宗地草图进行论述。

附录一

地籍调查表样式

编号：

地　籍　调　查　表

______区（县）______乡、镇、街道______号

年　　月　　日

续表

土地使用者	名称	东江市西城区万里街中学		
	性质	全民		
上级主管部门		东江市西城区教育委员会		
土地坐落		东江市西城区万里街6号		
法人代表或户主		代理人		
姓名	身份证号码	姓名	身份证号码	电话号码
郭川		李冬		541777
土地权属性质		国有土地使用权		
预编地籍号		地籍号		
2-(3)-4		2-(3)-3		
所在图幅号		10.00-20.00		
宗地四至		详见宗地草图		
批准用途		实际用途	使用期限	
教育		中学校舍		
共有使用权情况		万里街中学使用本宗地		
说明				

界址标示

界址点号	界标种类						界址间距/m	界址线类别						界址线位置			备注
	钢钉	水泥桩	石灰桩	喷油漆				围墙	墙壁					内	中	外	
1	√						23.60		√							√	
2	√						8.75		√							√	
3	√						2.51	√								√	
4	√						12.50		√						√		
5	√						26.00	√								√	
6	√						10.00		√							√	
7	√						6.10	√								√	
8	√						13.25									√	

续表

界址线		邻宗地			本宗地		
起点号	终点号	地籍号	指界人姓名	签章	指界人姓名	签章	日期
1	2		李红		李冬		25/2
2	3	2-(3)-2	王成		李冬		25/2
3	4	2-(3)-2	王成		李冬		25/2
4	5	2-(3)-1	王长青		李冬		25/2
5	5	2-(3)-4	杨村和		李冬		25/2
6	7	2-(3)-5	万方		李冬		25/2
7	8	2-(3)-5	万方		李冬		25/2
8	1	2-(3)-6	刘江		李冬		25/2
界址调查员姓名		张成元					
权属调查记事及调查员意见： 调查员签名 日期							
地籍勘丈记事： 勘丈员签名 日期							
地籍调查结果审核意见： 审核人签章 日期							

注：地籍调查表的填写要求

每一宗地单独填写一份地籍调查表，宗地草图是调查表的附图。填表时应随调查随填表，做到图表与实地一致，项目齐全，准确无误，其样式见表2-4。若相邻宗地指界人无争议，则由双方指界人在地籍调查表上签字盖章，即为有效。

表中主要内容：包括本宗地籍号及所在图幅号；土地坐落、权属性质、宗地四至；土地使用者名称；单位所有制性质及主管部门；法人代表或户主姓名、身份证明号码、电话号码；委托代理人姓名、身份证明号码、电话号码；批准用途、实际用途及使用期限；界址调查记录；宗地草图；权属调查记事及调查员意见；地籍勘丈记事；地籍调查结果审核。

1. 填写要求

(1)必须做到图表与实地一致,各项目填写齐全,准确无误,字迹清楚整洁。

(2)填写各项目均不得涂改,同一项内容画改不得超过两次,全表不得超过两处,画改处应加盖画改人员印章。

(3)每宗地填写一份,项目内容多的,可加附页。

(4)地籍调查结果与土地登记申请书填写不一致时,应按实际情况填写,并在说明栏中注明原因。

2. 填表说明

(1)说明:变更地籍调查时,将原使用人、土地坐落、地籍号及变更的主要原因在此栏内注明。

(2)宗地草图:对较大的宗地,本表幅面不够时,可加附页绘制附在宗地草图栏内。

(3)权属调查记事及调查员意见:记录在权属调查中遇到的政策、技术上的问题和解决方法;如存在遗留问题,将问题记录下来,并尽可能提出解决意见等;记录土地登记申请书中有关栏目的填写与调查核实的情况是否一致,不一致的要根据调查情况作更正说明。

(4)地籍勘丈记事:记录勘丈采用的技术方法和使用的仪器;勘丈中遇到的问题和解决办法;遗留问题并提出解决意见等。

(5)地籍调查结果审核意见:对地籍调查结果是否合格进行评定。

(6)表内其他栏目可参照土地登记申请书中的填写说明填写。

第三章　土地利用调查与监测

第一节　土地利用现状分类

一、土地分类体系

由于土地所处环境和地域的不同，它们在形态、色泽和肥力等方面千差万别，加之人类生活、生产对土地的需求和施加的影响，因而导致了土地生产能力和利用方式上的差异。土地分类是指按一定的分类标志（指标），将土地划分出的若干类型。按照统一规定的原则和分类标志，将分类土地有规律分层次地排列组合在一起，就叫做土地分类体系（或土地分类系统）。

土地不仅具有自然特性，还具有社会经济特性。根据土地的特性及人们对土地利用的目的和要求不同，就形成了不同的土地分类体系。我国运用较多的土地分类体系，归纳起来，大致有以下三种：

（一）土地自然分类体系

土地自然分类体系又称土地类型分类体系。它主要依据土地自然特性的差异性分类，可以依据土地的某一自然特性分类，也可以依据土地的自然综合特性分类。例如，按土地的地貌特征分类，可将土地分为平原、丘陵、山地、高山地。它还可按土壤、植被等进行土地分类。例如，全国1：100万土地资源图上的分类就是按土地的自然综合特征进行分类的。

（二）土地评价分类体系

土地评价分类体系又叫土地生产潜力分类体系。它主要依据土地的经济特性，如土地的生产力水平、土地质量、土地生产潜力等进行分类。土地评价分类体系是划分土地评价等级的基础，是确定基准地价的重要依据，主要用于生产管理方面。

（三）土地利用分类体系

土地利用分类体系主要依据土地的综合特性（包括土地的自然特性及社会经济特性）进行分类。土地综合特性的差异，导致了人类在长期利用、改造土地的过程中所形成的土地利用方式、土地利用结构、土地的用途和生产利用方面的差异。

土地利用现状分类是属于土地利用分类体系的一种分类形式，也称为土地综合分类，在土地资源管理中应用最为广泛。掌握土地利用现状是国家制定国民经济计划和有关政策，发挥土地宏观调控作用，加强土地管理，合理利用土地资源，切实保护耕地的重要依据。

二、土地利用现状分类

（一）土地利用现状分类的原则

为使土地利用现状分类科学、合理，易于掌握，并有利于土地的合理利用和科学管理，在进行土地利用现状分类时，必须遵循下列原则：

1. 统一性

为适应土地管理的需要,1984 年制定的《土地利用现状调查技术规程》将土地利用现状分为 8 大类,46 个二级类。1989 年为满足城镇地籍管理的需要,将城镇土地分为 10 个一级类,24 个二级类。2002 年以后采用《全国土地分类(试行)》标准,新分类标准对土地利用现状分类及含义作了明确规定,全国统一定为 3 个一级类,15 个二级类,71 个三级类,分类和编码均不得随意更改、增删、合并,以保证全国土地的统一管理和调查成果的汇总统计及应用。

2. 科学性

全国土地利用现状分类体系,主要以调查时的实际用途为分类标志,归纳共同性,区分差异性,采用从大到小、从综合到单一的逐级细分法——多层续分法。

(1)按土地利用的综合性差异划分大类,然后按单一性差异逐级细分。如按土地用途管制分为农用地、建设用地和未利用土地三大类,然后根据土地的用途分为 15 个二级类,再根据利用方式、经营特点及覆盖特征等细分成 71 个三级类。

(2)同一级的类型要坚持统一的分类标准。

(3)分类层次要鲜明,从属关系要明确。

(4)同一种地类,只能在一个大类中出现,不能同时在两个大类中并存。

3. 实用性

为便于实际运用,土地分类标志应易于掌握,分类含义力求准确,层次尽量减少,命名讲究科学并照顾习惯称谓,同时尽可能与计划、统计及有关生产部门使用的分类名称及含义协调一致,以利于为多部门服务。因此,在《全国土地分类(试行)》中,一级分类主要依据土地用途管制的要求,二级分类主要依据土地的实际用途,而三级分类则侧重土地的利用方式、经营特点及覆盖特征等。

(二)土地利用现状分类

土地利用现状分类是依据土地的用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素对土地进行的一种分类。土地利用现状分类只反映土地利用的现状。1984 年 9 月颁发的《土地利用现状分类》见附录三,1989 年颁布的《城镇土地利用现状分类》见附录一,2002 年颁布的《全国土地分类(试行)》见附录四。

第二节　土地利用现状调查

土地利用现状调查是指为查清现状用地的数量及其分布而进行的土地资源调查。土地利用现状调查分概查和详查两种。概查是为满足国家编制国民经济长远规划、制定农业区划和农业生产规划的急需而进行的土地利用现状调查。详查是为国家计划部门、统计部门提供各类土地详细、准确的数据,为土地管理部门提供基础资料而进行的调查。

本章所述的内容和技术,同时适用于初始调查和变更调查。另外,城镇土地利用现状调查随城镇土地使用权调查同步进行。

一、调查的目的

(1)为制定国民经济计划和有关政策服务。

国民经济各部门的发展都离不开土地。土地利用现状调查获得的土地资料可为编制国

民经济和社会发展长远规划、中期计划和年度计划提供切实可靠的科学依据，同时，它还可为国家制定各项政策方针及对重大土地问题的决策提供服务。

(2)为农业生产提供科学依据。

农业是国民经济的基础，土地是农业的基本生产资料。因此，土地利用现状调查可为编制农业区划、土地利用总体规划和农业生产规划提供土地基础数据，并为制订农业生产计划和农田基本建设等服务。

(3)为建立土地登记和土地统计制度服务。

通过土地利用现状调查，查清各类土地的权属、界线、面积等，为土地登记提供证明材料，为土地统计提供基础数据，为建立土地登记和土地统计制度服务。

(4)为全面管理土地服务。

为地籍管理、土地利用管理、土地权属管理、建设用地管理和土地监察等提供基础资料。

二、调查的内容

以航空(天)摄影资料制作的正射影像图(或地形图)为调查底图，以县级行政辖区为基本单位，按照统一的技术要求，实地调查区域内每块土地的地类、位置、范围、面积、分布等利用状况。其调查内容可归纳如下：

(1)查清辖区内每一块土地利用类型及分布，量算地类面积。

(2)按土地权属单位及行政辖区范围汇总面积和各地类面积。

(3)编制分幅土地权属界线图和县、乡、村土地利用现状图。

(4)调查、总结、分析土地利用的经验和教训，提出合理利用土地的建议。

三、调查的原则

为保质保量地完成调查任务，必须遵守下列调查原则：

(1)实事求是的原则。

为查实土地资源家底，国家要投入巨大的人力、物力和财力。因此在调查过程中，一定要实事求是，防止来自任何方面的干扰。

(2)全面调查的原则。

土地利用现状调查必须严格按《规程》的规定和精度要求进行，并实施严格的检查、验收制度。事实证明，各种类型土地都有相对的资源价值，全面调查有益于人们放开视野，把所有的土地资源都视为人们努力开发利用的对象。从调查工作的组织管理来看，全面调查既经济又科学。

(3)一查多用的原则。

所谓一查多用，就是要充分发挥土地利用现状调查成果的作用，不仅为土地管理部门提供基础资料，而且为农业、林业、水利、城建、统计、计划、交通运输、民政、工业、能源、财政、税务、环保等部门提供基础资料。

(4)运用科学的方法。

在调查中要尽量采用最新的科学技术和方法。土地利用现状调查中选用什么技术手段，应当贯彻在保证精度的前提下，兼顾技术先进性和经济合理性的原则。为了保证和提高精度，应逐步把现代化技术手段，如数字测量技术、全球定位系统(GPS)、遥感技术(RS)、地

理信息系统(GIS)等运用到土地利用现状调查中。

土地利用现状调查必须以测绘图件为量测的基础。测绘图件的形成依靠了严密的数学基础和规范化的测绘技术,因而测绘图件能精确、有效地反映土地资源、土地权属和行政管辖界线的空间分布;运用测绘图件进行调查的另一优越性在于土地面积的测量有统一的基准,即土地面积的量测在统一的地球参考面上进行,不同地点的土地面积可以相互比较;再者,图上量测可以化大量野外工作为室内工作,减少了工作量和工作难度。

(5)以改进土地利用,加强土地管理为基本宗旨。

科学地管理好土地,合理地利用土地是土地管理的基本出发点。土地利用现状资料是科学管理土地和合理利用土地的必要基础资料。

(6)以"地块"为单位进行调查。

在土地所有权宗地内,按土地利用分类标准为依据划分出的一块地,称做土地利用分类地块(简称地块),俗称图斑。地块是土地利用调查的基本土地单元,对每一块土地的利用类型都要调查清楚。

四、调查的程序

土地利用现状调查工作是一项庞杂的系统工程,为确保成果资料符合技术规程的要求,必须遵照相关技术规程,按照土地利用现状调查工作的特点和规律,有条不紊地开展工作。其工作程序见图 3-1。

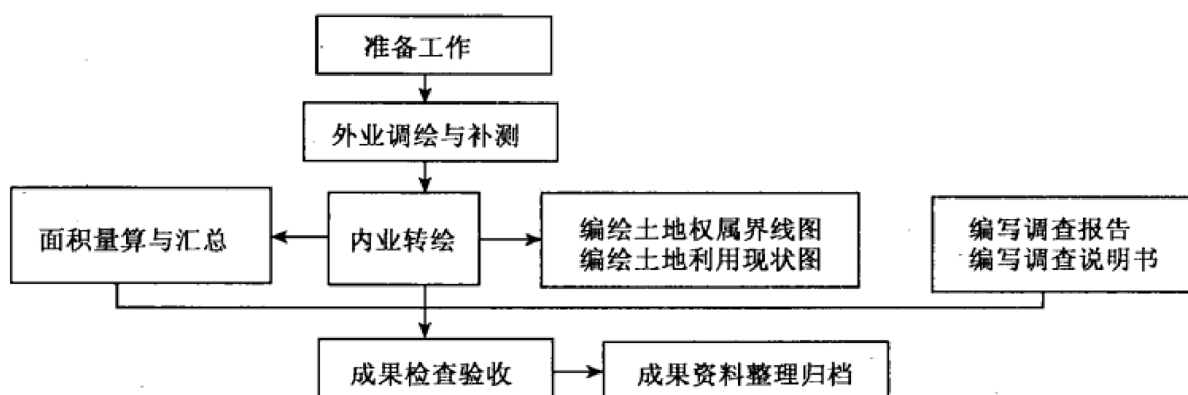


图 3-1 土地利用现状调查工作程序

调查的方法为:以已有的调查成果和最新的正射影像图为基础,首先进行内业解译(判读、判译、预判、判绘),然后持调查底图到实地,将影像所反映的地类信息与实地状况一一对照、识别,将各种地类的位置、界线用规定的线画、符号在调查底图上标绘出来,将地物属性标注在调查底图或填写在手簿上,对调查底图上没有的信息,或无法在调查底图上勾绘的地物、地貌进行修补测。

五、准备工作

(一)调查申请

具备了调查条件的县(市),由县级土地管理部门编写《土地利用现状调查任务申请书》

或《土地利用现状调查和登记、统计任务申请书》(以下简称《申请书》)。其主要内容包括：辖区基本情况；需用哪些图件资料；组织机构及技术力量情况；调查计划及经费预算等。《申请书》要经县级人民政府同意，然后报上级土地管理部门审批。申请批准后立即着手组织准备、资料准备和仪器设备准备等项工作。

(二)组织准备

包括建立领导机构、组织专业队伍、建立工作责任制等。土地利用现状调查由当地政府组织实施，成立专门的领导机构，负责组织专业技术队伍、筹集经费、审定工作计划、协调部门关系、裁定土地权属等重大问题。同时，为确保土地利用现状调查的质量及进度，还应组建一支以土地管理技术人员为主，由水利、农业、计委、城建、统计、民政、林业、交通等部门抽调的技术干部组成专业队伍。专业队设队长、技术负责人、技术指导组、若干作业组、面积量算统计组、图件编绘等。为增强调查人员责任感，还应建立各种责任制，如技术承包责任制、阶段检查验收制、资料保管责任制等。

各级组织机构都要有负责人，并且要做到职责明确，分工有序，使地籍调查工作的质量有管理上的保证。

(三)资料准备

包括收集、整理、分析各种图件资料、权属证明文件以及社会经济统计资料。

权属证明文件的收集包括征用土地文件、清理违法占地的处理文件、用地单位的权源证明等。

为了便于划分土地类型和分析土地利用状况，应向各有关部门收集专业调查资料，如行政区划图、地貌、地质、土壤、水资源、森林资源、气象、交通、人口、劳力、耕地、产量、产值、收益、分配等方面的统计资料和土地利用经验和教训等。

土地利用现状调查，从准备工作到外业调绘、内业转绘，都是为了获得真实反映土地利用现状的工作底图，即基础测绘图件。常见的基础测绘图件有以下几种类型：

(1)航片。应收集最新的航片及其相关信息，如航摄日期、航片比例尺、航高、航摄倾角、航摄仪焦距等数据资料。利用最新航片进行外业调绘，其优点是能充分利用航片信息量丰富且现势性强的特点，技术较易掌握，外业基本不需仪器，所需调查经费较少，又能保证精度。

(2)地形图。需购置两套近期地形图，一套用于外业调查，另一套留室内用于编制工作底图。如果地形图成图时间长，地物地貌会发生变化，必须进行外业补测工作。

(3)影像平面图。影像平面图是以航片平面图为基础，在图面上配合以必要的符号、线画和注记的一种新型地图。它既具有航片信息丰富的优点，又可使图廓大小与图幅理论值基本保持一致。直接利用它可进行外业调查、补测，从而减少大量转绘工作。

(4)其他图件。如彩红外片和大像幅多光谱航片，其特点是信息量丰富、分辨率高，大量室外判读可转到室内进行，既可减少外业工作量，又能保证精度。

(四)仪器设备准备

调查前要准备好调查必需的仪器、工具和设备。包括配备必要的测绘仪器、转绘仪器、面积量算仪器、绘图工具、计算工具、聚酯薄膜等；印制各种调查手簿、表格；准备必要的生活、交通和劳动用品等。

六、外业工作

外业工作简称外业调绘，包括行政界线、地类调绘、线状地物调绘及其地物地貌的修补测等。

（一）行政界线调查

（1）行政界线指省、地（市）、县（市、区）、乡（镇、街道办事处）的行政界线，已有土地调查基础图件上确定的各级行政界线，非经民政部门许可，不得改变。

（2）省、地（市）、县（市、区）的行政界线以民政部门的行政区域勘界资料为依据进行转绘，不需外业调查。

（3）乡（镇）行政界线以民政部门的资料为准，一般不能改变。若要改变，须有民政部门的有关人员参加，由民政部门更改。

（二）地类调查

地类调查是土地利用状况调查的核心工作，地类调查要做到土地分类层次清楚，从属关系明确。同一个二级地类只能从属于一个一级地类，不能同时在两个一级地类中并存。属于重复利用的地类，应选择主要利用地类表示。地类调查采用内业采集的线画图与正射影像图以及转绘的行政界线相叠加，在现场调查核实权属界线和图斑、丈量线状地物的宽度，并补测新增地物。调查中必须做到实地调查、核实每一个图斑。对调查底图上的影像或内业采编的线画与实地不一致的内容，应以实地土地利用现状为准进行补测。无论面状图斑、称线状地物还是零星地物，都依据《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2007）调查其地类。对每一地块，其调查的核心数据项为：图斑号、行政区代码、权属单位、坐落单位、图斑面积、地类等。对于耕地，还需调查土地级别、坡度分级、耕地类型、基本农田编号等。

1. 基本原则

地类调查的目的是要查清调查区域内每块土地的地类、位置、范围等分布和利用状况，地类调查的最小单元是图斑。双线线状地物形成的地块，以及被行政区域界线、土地权属界线、单线线状地物（起分割图斑作用的）、地类界线分割而成的地块等作为图斑。一个图斑只能有一种地类性质。

地类界是同一权属界线范围内的同一土地利用类型的范围线，确定地类界及地类应遵循以下基本原则：

（1）地类界应包含在权属界线内，即地类界不得跨越权属界线，权属界线包含行政村界、所有权界线和使用权界线；

（2）不同比例尺的图上面积和实地面积对应表见表 3-1。最小上图图斑面积是指不同地类图斑在不同比例尺工作底图上的最小图斑面积，即大于或等于表 3-1 中面积的必须以图斑在图上标绘，大于 1 : 2 000 比例尺的参照 1 : 2 000 上图标准，小于 1 : 5 000 比例尺的参照 1 : 5 000 上图标准。小于最小上图面积标准的零星地类不单独表示，应归人所在或相邻的地类图斑中；

（3）宽度大于等于 1.0m 的固定农村道路、管道运输用地、沟渠、水工建筑用地和田坎等线状地物，要单独划定土地类型，分别用单线线状地物或双线线状地物图斑表示。当有权属界线通过时，即使线状地物宽度小于 1.0m 也应上图表示。

表 3-1　　不同比例尺的图上面积和实地面积对应表

比例尺	居民点		耕地、园地、坑塘		林地、牧草地、未利用地	
	图上面积	实地面积	图上面积	实地面积	图上面积	实地面积
1∶2 000	$4mm^2$	$8m^2$	$6mm^2$	$12m^2$	$15mm^2$	$30m^2$
1∶5 000	$4mm^2$	$100m^2$（0.15 亩）	$6mm^2$	$150m^2$（0.23 亩）	$15mm^2$	$375m^2$（0.56 亩）

（4）同一地块内，交替穿插两种（或两种以上）地类时，应选择主要的地类表示，即同一地类界内的地类只能从属于一个土地分类，不能在同一个图斑内有多种土地分类并存。

（5）地物在空间上垂直交叠的，如道路与河流交叉、高架和立交道路，按最上层的地物确定用地类型。

（6）外业调查完成后，调查底图应完整标绘全部调查信息，包括行政界线、权属界线、地类及其界线、现状地物及宽度、补测地物，以及编号和注记等。

2. 地类判定

地类调查要做到土地分类层次清楚，从属关系明确。同一个二级地类只能从属于一个一级地类，不能同时在两个一级地类中并存。属于重复利用的地类，应选择主要利用地类表示。

3. 面状地物调查

（1）地类界确定。同一权属范围内的同一类土地用途的范围线为地类分界线，确定地类及地类分界线应遵循以下基本原则：

①地类分类界线应包含在权属界内，即地类分类界线不跨越权属界线。

②同一地类界内，交替穿插两种（或两种以上）地类时，应以主要地类表示，即同一分类界线内的地类只能从属于一个土地分类，不能两个土地分类同时并存。

③村庄内部和村庄边缘的少量农用地可适当综合。

（2）图斑综合。实地地类零碎造成图斑破碎时，同一分类可适当综合成图上不大于 $2cm^2$ 的较大图斑。

（3）图斑编号。图斑编号按不同比例尺分区域编制，1∶2 000 区域按图幅边线和村级境界线区域以村为单位，从 1 号开始，按从上到下、从左到右的原则统一编号，1∶2 000 与 1∶500重叠部分则采用 1∶500 的图斑编号；1∶5 000 区域按 1∶2 000 接合部图幅边线和村级境界线区域以村为单位，按从上到下、从左到右的原则统一编号；1∶500 区域内的图斑编号以村为单位，由系统自动编号。

4. 线状地物调查

线状地物指宽度大于等于 1m 的河流、铁路、公路、林带，固定的农村道路、沟、渠、田坎、管道用地等。单线线状地物调绘在线状地物中心线上，双线线状地物边线按现状参照影像调绘在工作底图相应位置上。

因为线状地物主要依靠内业采编，因此外业的工作主要是丈量现状地物的宽度。典型线状地物的边界量测和定位方法，可参见相应技术规程。

（1）耕地内常年固定的平均宽度大于规定标准（包括护坡在内）的道路、田坎、沟、渠等，应作为相应地类划定。但耕地内随农作物生产分类不同而随时改变的田坎、沟等，即使其宽

度大于规定标准，也仍应视为耕地。

(2)线状地物量测：外业丈量在线状地物的平均宽度处丈量线状地物宽度，量注至0.1m，并在丈量处加点。

(3)农村道路的宽度量测。当以路为主时，除其本身宽度外，还应包含其两侧不以排灌为主的路沟及行树；若农村道路通行是因沟渠结构而形成的，可将道路归入沟渠地类界内；若道路、沟渠彼此间独立，则应分别确定地类界，表示时以其中一条主要的线状地物按准确位置上图，其余线状地物按相互关系间隔0.2mm表示。

(4)线状地物与居民点交汇时的标绘处理。

①线状地物(如农村道路、沟渠等)穿过城镇村时断在城镇村外围界线处；

②线状地物与农村居民点并行，当间距不小于图上2mm时，线状地物和居民点边线均应分别标绘在调查底图准确位置，其间的地带按现状调查；当间距小于图上2mm时，线状地物标绘在调查底图准确位置，并可作为居民点图斑界线。在面积计算时，居民点图斑面积应扣除作为图斑界线的线状地物面积的一半。

(5)线状地物之间狭长地带的标绘处理。

①狭长地带宽度大于等于图上2mm时，标绘为图斑，地类按现状调查；

②狭长地带宽度小于图上2mm时，各1/2综合到相邻线状地物中去。

(6)图斑、线状地物和零星地物的编号与表示方法。

①图斑、线状地物和零星地物的图上标注方法见表3-2。

表3-2　图斑、线状地物和零星地物的图上标注方法

图种与表示方法	工作底图		土地利用现状图	
	表示形式	示　例	表示形式	示　例
图　斑	db	121G	ab/d	28G/121
线状地物	db/c	153Z/1.9	ab/d	31Z/153
零星地物	db	154C	ab/d	12C/154

编码定义：

a—图斑、线状地物、零星地物的各自序号；

b—权属性质代码(国有-G、镇集体-Z、村集体-C、村民小组集体-CZ)；

c—线状地物宽度；

d—地类编号。

②线状地物的地类编码应在宽度丈量点上平行于线状地物标注，字头朝北(东北)或西(西北)。同一条线状地物宽度变化大于20%时，应分别量测其宽度，并在调查底图实地变化相应的位置上，垂直于线状地物加绘一短实线，以分隔宽度不同的线状地物。

(7)线状地物与行政区域界线或土地权属界线重合时，线状地物标绘在准确位置上，境界线或权属界线用相应的符号在线状地物中间或两侧跳绘表示。

(8)两条(含)以上线状地物并行时，一般不综合处理，应按下列要求标绘和表示：依河流、铁路、高速公路、国道、干渠、县(含)以上公路、农村道路、沟渠、林带、管道等为主次顺

序，主要线状地物标绘在调查底图准确位置，作为图斑界线，次要线状地物按准确位置标绘或离主要线状地物0.2mm标绘。

(9)线状地物的其他属性，主要包括坐落、权属单位、权属性质等应按要求记录在《土地调查记录手簿》上。

5.零星地物调查

在1：10 000比例尺调查中，一般只对耕地中的非耕地、非耕地中的耕地，面积小于上图标准，但实地大于100m²(0.15亩)的零星地物进行调查，并记录在《土地调查记录手簿》中，内业面积量算时扣除。

(三)新增地物补测

新增地物是指航摄后新增和变更的达到上图要求的地物和地类，要求调绘时进行补测。它是指实地存在而DOM影像上没有的构筑物和建筑物，调查区内所有新增地物均应按图斑补测调绘上图。

(1)补测的地物点相对邻近明显地物点距离中误差，平地、丘陵地不得大于图上0.5mm，山地不得大于图上1.0mm。

(2)新增地物周围如有足够的明显地物点，可用内插法、距离交会法、截距法等简易测绘方法补测，周围没有足够明显地物点的新增地物，宜采用全站仪或GPS RTK法补测。

(3)当用线画影像套合图或正射影像图调绘时，可直接在工作底图上补测；若用放大航片调绘，应按相应的坐标系统和比例尺，在白纸上补测并将补测的图纸扫描矢量化成同比例尺矢量数据文件。

(4)较大范围的新增地物一般应用外业数字采集的方法补测。

(四)土地调查记录手簿填写

对在调查底图上无法完整表示内容的图斑或线状地物，以及补测的图斑或线状地物，应按要求认真填写，其他能在调查底图上清晰完整表示内容的图斑或线状地物可以不填写。

在手簿上记载的图斑或线状地物中，要求反映其所在图幅号、编号、地类编码、权属单位、权属性质和线状地物实量宽度等信息。补测的图斑或线状地物必须绘制草图。

主要填写要求包括：

(1)以行政村为单位分别对图斑或线状地物进行填写，以乡镇为单位装订成册；

(2)当图斑或线状地物跨图幅时，要分别填写每一幅图的编号；

(3)预编号填写外业调查时的临时编号；

(4)“权属单位”栏填写图斑或线状地物所属的权属单位名称。当线状地物与权属界线重合时，应分别填写相邻权属单位的名称；

(5)“权属性质”栏填写图斑或线状地物所属的权属性质，分别是G(国有)、Z(镇集体)、C(村集体)。

七、内业工作

土地利用调查的内业工作，包括数据采集、调查底图整饰、面积测算、成果整理等。数据采集和面积测算是内业工作的中心内容。成果整理包括面积的汇总统计、地籍图编制及土地利用调查报告或说明书的编写等。

（一）内业数据采集

（1）内业工作准备：制定数据标准，选择数字化软件，选择数据库软件和数据管理平台，信息管理系统软件。

（2）1：5 000、1：1 万、1：5 万内业数据采集与建库：依调查底图进行图形数字化，并录入相关属性，将数据导入数据库。

（3）1：1 000、1：2 000 内业数据采集根据航摄影像，在全数字摄影测量工作站上进行立体数据采集，采集各类地类的分界线和线状地物中心线，供外业调查；1：500 内业数据采集可依据相应精度的地形图及地籍图数据。

（4）1：500、1：1 000、1：2 000 内业数据编辑与建库根据外业调查内容进行图形编辑和属性录入，最终数据导入数据库。

（二）调查底图整饰

1. 基本要求

（1）应将外业调查的全部调查信息标绘在调查底图上，主要包括修测补测地物、线状地物宽度以及相关的注记等。

（2）外业直接在调查底图上进行标绘，标绘用的墨水应加入适量红矾。标绘要求线条光滑、饱满、实在，图面清晰合理，注记正规。标绘线画影像位置与实地一致，误差不得大于图上 0.2mm。为使标绘内容表达清晰完整，位置关系表示正确，外业采用双色标绘。在调查底图上，行政和权属界线、权属单位注记均用红色墨水标绘，地类等其他内容用黑色墨水标绘。

2. 标绘

（1）行政和权属界线按规定的符号和要求标绘，底图上标绘的符号间隔尺寸可适当放大。当界线以单线线状地物或地类界为界，且界线在单线线状地物中心时，界线在线状地物两侧跳绘；界线在线状地物一侧时，界线在线状地物一边间隔图上 0.2mm 绘出；当界线以双线线状地物中心为界时，界线在双线线状地物中心绘出；界线与地类界重合时，地类界可省略不表示，界线在原地类界上表示完整。

（2）要求标绘位置严格套合像片影像，实地界线没有变化的应与原土地详查图校核。

（3）独立设宗的国有、镇有、村有宗地权属界线以红实线表示。

（4）地类标绘。所有图斑必须构成封闭的面，图斑边线与行政、权属界线之间的关系按本设计书要求执行；每个图斑内必须标注图斑的地类号，单线线状地物一般包含在同一种地类图斑内；图斑预编号以村为单位，从左到右、自上而下顺序编号。

3. 注记

所有注记须字体端正、大小适中、位置合理、指向明确、容易辨认。线状地物注记，字间隔不能过大。自然地理名称注记（如用仿宋体、黑色）与行政单位名称注记（如用等线体、红色）要有明显区分。

4. 图框整饰

注明图名、图号，左下角注明调查年月，右下角注明调查人员和检查人员的姓名。

5. 图幅接边

外业调查结束后，图幅之间要认真接边，行政、权属界线、地类界线和线状地物均按影像接边。注意接边图斑和线状地物的地类属性，行政、权属界线等级和名称，应严格一致。

（三）数据编辑与建库

土地调查数据内业编辑加工作业平台应采用适合内外业一体化作业，质量控制严格的地理信息采编平台。以图幅为单位进行空间矢量数据采集、编辑、拓扑关系构建、属性数据采集、图幅接边、质量检查；以行政区范围为单位自村、镇到区范围逐级进行拓扑关系再构、图幅拼接、专题图编制、质量检查；经质量检查合格的分幅或行政区范围以文件方式进行存储，以行政隶属关系建立文件目录结构。土地利用信息分类与编码、文件命名方式、空间要素分层、要素属性表结构、元数据等内容的采集和设定，应以现有标准和规范为准。

（四）面积统计与汇总

成果统计以县（区）级行政区域为单位。县级统计工作是在地类图斑面积量算完成之后，按县级行政单位由下至上（由村组到乡镇、县级行政区域）汇总统计分类土地面积。在村组、乡镇、县级三级分类面积汇总中，以村组界线内分类面积汇总为基础，乡镇内土地分类面积由各村组土地分类面积汇总而来，县级行政区域内土地分类面积则由各乡镇土地分类面积汇总而来（包含飞入地）。土地汇总总面积应与县级行政区域控制面积相等。

土地利用现状图、土地所有权属图等图件的绘制见第八章。面积量算方法、程序、原则和统计见第九章。

第三节　土地利用变更调查

由于土地在利用过程中，其用途会发生变化，为保持原有土地利用调查资料的现势性，必须进行土地利用变更调查。土地利用变更调查是指在完成土地利用现状初始调查之后，为满足日常土地管理工作的需要而进行的土地权属、位置、数量的变更调查。通过变更调查，不仅可以使地籍资料保持现势性，还可以提高数据精度，修正以前的错误，逐步完善地籍内容。

土地利用变更调查的基本技术和方法与前面讲述的一致。在进行土地利用变更调查时，可以收集和运用日常积累的丰富资料，充分应用测绘新技术和信息管理技术，使调查工作更快捷、方便。土地利用变更调查的作用和特点与变更地籍调查的作用和特点是一致的，详细内容见第十章第一节。下面就土地利用变更调查的几个关键问题进行简要论述。

（一）土地利用现状变更类型

土地利用现状变更类型有以下几种：

（1）一起变更发生在一个图斑内。

（2）多起变更发生在一个图斑内。

（3）一起变更发生在多个图斑内。

（4）多起变更发生在多个图斑内。

（二）可使用的资料

（1）原土地利用现状调查资料：包括土地利用现状图、土地权属图、各种文件资料等。

（2）近期的遥感影像、正射像片等。

（3）初始和日常城镇村庄地籍调查资料。

（4）土地复垦、土地开发、土地征用、农业结构调整和土地整理等资料。

（三）变更调查的技术流程

RS技术、GIS技术、GPS动态定位技术的迅速发展，为土地管理技术增添了新的技术手

段。3S 技术应用可以缩短成图周期、降低成本、提高成果质量。目前，该技术已广泛应用于土地利用变更调查工作中。

利用已有的 GIS 平台和遥感技术，开发和建立土地信息方面的管理系统，实现数据的采集、处理、分析、应用的信息流过程，减少了中间环节，降低了错误发生率，提高了精度和效益，并为今后的变更调查提供更大的方便。例如，根据收集到的资料，建立土地利用数据库、土地权属数据库和遥感影像数据库(栅格)等。把土地利用现状线画图形与影像数据叠加，采用自动分析或人工分析技术，可自动或半自动地判定和提取地类变更区域，并输出正射影像图(含线画)用于外业调绘和修测。再利用遥感技术测制数字土地利用现状图和土地权属图，并建立更新数据库，实现面积的自动量算和汇总。基本技术流程如图 3-2 所示。

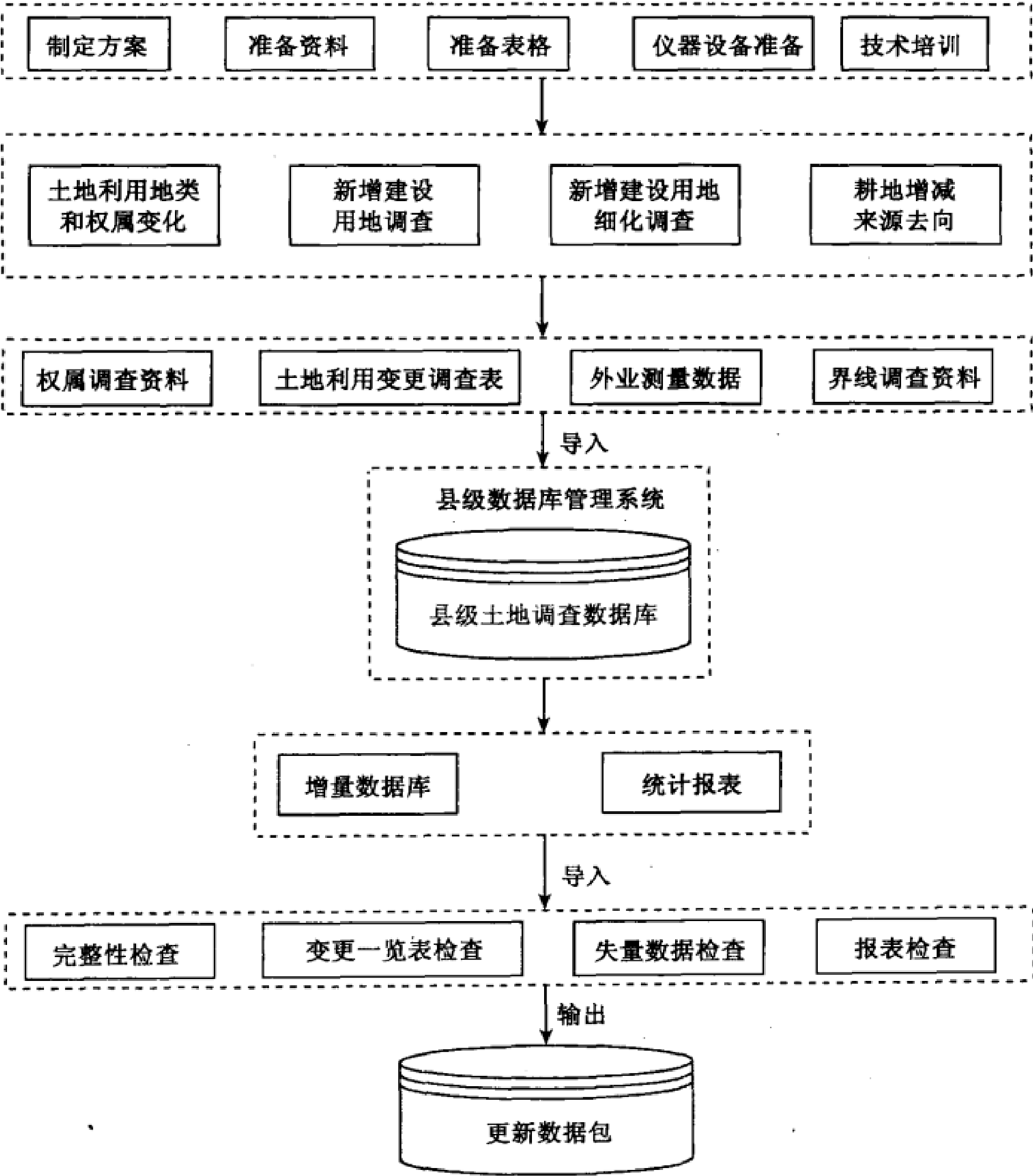


图 3-2　县级土地利用变更调查流程

(1)准备工作。

(2)外业土地利用变更调查与测量、权属变更调查。

(3)权属变更调查资料、土地利用变更资料、行政区划变更资料整理,填写土地利用变更调查表。

(4)变更数据导入土地利用现状数据库。

(5)人机交互方式,实现各个图层要素的更新。

(6)导出增量数据库、统计报表。

(7)增量数据库与统计报表导入更新上报软件进行检查。

(8)检查无误后导出更新数据包和更新后土地利用数据库。

(9)编写各项技术报告、说明书、成果资料等。

第四节　土地利用动态监测

土地资源是人类赖以生存和发展的物质基础。自20世纪80年代初以来,随着经济的快速发展,土地利用结构发生了明显的变化,耕地资源数量减少,非农业用地大量增加,人多地少的矛盾日益突出。及时、准确地掌握土地资源的数量、质量、分布及其变化趋势,管理土地权属,是地籍工作的重要任务,它直接关系到国民经济的持续发展与规划的制定。由此,土地管理逐渐被提到国家重要的议事日程上来,地籍工作受到高度的重视。国务院从1984年开始组织了全国范围内以县为单位的土地利用现状调查(简称详查),拉开了现代地籍工作的序幕。到1996年,基本摸清了我国土地资源的数量和利用方式。整个详查工作历时10余年之久,其间土地利用格局又发生了不小的变化。国家为了及时掌握土地资源的利用现状,保持土地利用数据的现势性,各县(市)每年都要进行土地利用变更调查和动态监测(以下简称土地利用动态监测),向国家土地管理局上报变更后的数据和监测结果。因此,如何准确快速地发现土地利用的变化并获取变化的数据,科学有效地掌握土地信息和管理土地权属,进行动态监测与更新是一个不能回避的问题。

一、传统土地利用动态监测方法存在的问题

在历时10余年的详查工作中,土地利用数据获取的主要技术手段为航空摄影测量技术,这种方法对大面积的初始土地利用数据的获取非常有效和经济。同许多测量技术都存在两面性一样,如将该方法用于每年的土地利用动态监测,就显得成本高,周期长。传统的土地利用动态监测一般依靠人工野外调查发现变化信息,运用传统测量方法(如简易补测法和平板仪测量法)进行变化信息的空间测量和面积测算。传统方法的缺点是明显的:

(1)不能主动监测变化。

(2)测量方法落后,且人为干扰大。

(3)变更数据获取速度慢,存在多次清绘误差累积。

(4)一旦发生变化,原来的图件即失去现势性。

(5)土地利用图斑多为不规则多边形,运用平板仪等测量工具只能测量拐点,不能连续测量整个边界,而且难以精确标绘到原详查底图上。

二、土地利用动态遥感监测的含义

近年来，遥感、地理信息系统和全球定位系统技术的发展与日益成熟，给土地管理部门提供了土地利用动态监测新的思路与方法。利用遥感技术进行土地利用变更调查和动态监测称做土地利用动态遥感监测。

土地利用动态遥感监测是以土地利用调查的数据及图件为基础，运用遥感图像处理与识别技术，从遥感图像上提取变化信息，从而达到对土地利用变化情况进行及时的、直接的、客观的定期监测，核查土地利用总体规划及年度用地计划的执行情况，并重点检查每年土地变更调查汇总数据，为国家宏观决策提供比较可靠、准确的土地利用变化情况，同时对违法或涉嫌违法用地的地区及其他特定目标等进行快速的日常监测，从而为违法用地的查处以及突发事件的处理提供依据。

与其他监测手段相比，遥感监测具有速度快、精度高、范围广等特点，并且能为国土资源管理工作提供基于事实影像的、可精确测量的、可作为基础信息的土地利用动态监测结果。近年来，随着遥感技术的不断发展，影像分辨率的不断提高，以及计算机技术和信息处理技术的不断增强，土地利用动态遥感监测技术不断完善并得到越来越广泛的应用。

1999 年，国土资源部首次利用高分辨遥感资料，对全国 66 个 50 万人口以上城市在 1998 年 10 月至 1999 年 10 月期间各类建设占用耕地情况进行了监测，引起了各级土地管理部门的高度重视。1999 年土地利用动态遥感监测的数据源选择的是 1998 年(8 ~ 11 月)美国 Landsat TM、ETM+30m 多光谱数据和法国 SPOT 全色数据；重点地区使用了 1∶3.5 万比例尺的航空像片；充分利用当时成熟的技术方法，选取两个时相的 SPOT、TM 为主要数据源，对其进行纠正、配准和数据融合，以提高地物的光谱识别能力和空间分辨率。2002 年，土地利用动态监测的主要数据源是数据质量更高的 10m SPOT5 卫星多光谱数据和 2.5m 全色数据。

除了国土资源部利用遥感技术动态监测土地利用状况以外，一些大中城市也进行了相关的尝试，并取得了一定的成果。沈阳市勘测院利用航空遥感图像，辅以实地判读，内业利用立体测图仪进行航片的解译，直接量取相关的数据，生成图形与数据文件，使地籍调查工作中的权属调查与地籍测量全部应用遥感图像一次处理完成，取得了令人满意的效果。中国科学院武汉测量与地球物理研究所利用遥感技术，对武汉市的土地利用类型变化进行了动态监测，得到了武汉市土地利用变化的专题图，得到 47 处变化图斑，经过野外抽样调查，正确率在 95% 以上。之后在地理信息系统软件 ARC/INFO 的支持下，以全数字化的方式量算各图斑的面积，得到了武汉市近年来土地利用类型的变化情况。

三、土地利用动态遥感监测的技术流程

土地利用动态遥感监测的主要思路是：对多源数据(包括多时相、多源遥感)进行纠正、配准、融合等预处理，通过图像处理和影像判读来确定变化属性及进行统计分析，结合人工判读目视解译，发现和提取土地利用的变化信息，实地核查并建立土地利用动态监测数据库。根据本思路所形成的土地利用动态监测系统的技术框图如图 3-3 所示。

(一)多源数据的选取

根据地籍管理所具有的连贯性、系统性、高精度等特点并结合当前遥感数据的具体情况，目前对数据源的选取主要采用的是美国的 Landsat TM 和法国的 SPOT 这两种卫星数据。

此外，为提高监测精度，还要结合使用已有的地形图、土地利用调查图等图件资料，注意收集当地的人文、地质、作物生长信息；为实现对重点区域进行监测的需要，还要借助航片或更高分辨率卫星影像数据资料。

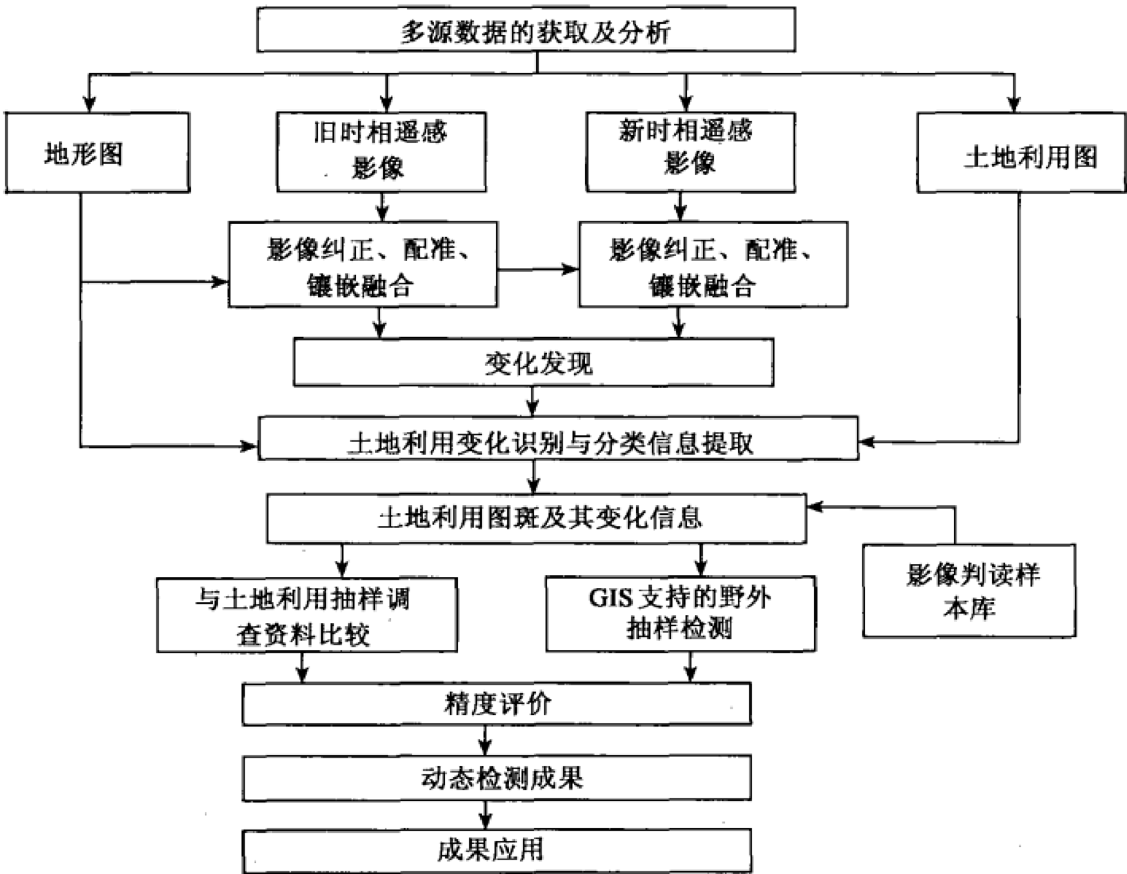


图 3-3　土地利用动态遥感监测系统

(二)数据预处理

多源数据的预处理包括辐射校正、影像增强、几何校正、影像配准、镶嵌及影像融合等工作。数据预处理能减小非变化因素的干扰，增强影像的可判读性，有效地提高监测的精度。

(三)变化信息提取及变化类型确定

变化信息是指在确定的时间段内，土地利用发生变化的位置、范围、大小和类型。进行变化信息提取时，要对两个时相的遥感影像作点对点的直接运算，经变化特征的发现、分类处理以及人工辅助判读解译，获取土地利用的变化位置、范围，确定变化的类型。

(四)外业核查

若在变化信息提取之后进行土地变更调查，可以根据变化信息提取的结果缩小核查的范围，减少野外土地变更调查的工作量，而核查的结果可以提高遥感监测的精度；若在变化信息提取之前已经有土地变更调查资料，则可根据调查资料定性指导、定量判读，支持并确认变化信息提取结果。内外业相互验证，从而提高遥感监测的精度和可靠性。

(五)变化信息后处理

外业核查提供了土地利用变化的准确信息。在核查的基础上，再借助有关统计资料和

专题资料，对变化信息进行后处理，归并小图斑，辅助解决原内业工作中的困难问题。

（六）监测精度评定

利用实地外业核查以及监测的变化图斑数据，对内外业变化监测的差异记录核实并进行统计分析及精度评定，最终的监测成果为管理提供可靠的基础资料和技术保障。

四、几个关键问题

土地利用动态遥感监测技术的关键问题有：如何有效地发现土地利用的变化信息；如何确定何种土地利用类型发生了变化；变化的地块如何进行精确的空间定位。

（一）土地利用变化信息的发现

目前土地利用变化监测（即变化信息自动发现）方法主要有：影像相减法、植被指数相减法、变化矢量分析法、主分量分析法、光谱特征变异法、分类结果比较法等。除了最后一种方法外，其余的方法都只是检测出可能的变化，而并没有给出土地利用变化的定量信息（如面积）和变化中类型的转化信息（如地类属性）。由于遥感影像处理的复杂性，在处理不同影像时，单一的变化信息提取方法经常解决不了所有地类变化情况，所以往往将几种方法结合使用。

分类结果比较法的最终精度受到影像分类精度的限制，而且它对影像的全部范围都要进行分类计算而不管它们是否已经发生变化，这样无疑大大增加了变化信息检测的计算量。对于影像相减法，由于两时相影像本身存在较大差别和异物同谱现象的存在，单纯相减所得的变化模板中肯定会含有大量的假变化信息和噪声信息，要从这些信息中提取出真正的变化仍旧是个棘手的问题。另外，植被指数相减法同样有着本身的局限性，原因是它对不同时相植被覆盖情况的变化比较敏感，不能很好地发现其他类型变化。

主成分分析法。它是变化信息提取中经常使用的方法之一，根据具体算法的不同，该方法又可细分为差异主成分法、主成分差异法和多波段主成分法等。这些方法的原理都是基于主成分分析变换（Principal Component Analysis，PCA），不同时相影像中差异部分可以体现在作 PC 变换后几个分量中，从而发现土地利用变化信息，并产生出变化模板，用此模板来指导目视判读及人工解译。对于变化形态完整的大图斑，采用人工勾绘地物变化类别边界的方法，其精度为 1 个像元，面积精度与实地量测结果相当；对于整齐的直线边界（包括线状地物）可用最小二乘法拟合半自动方法，其精度可达到 0.3 个像元；对于边界破碎或由零星散列类别组合的图斑，可以采用色彩与纹理半自动化分类方法提取。另外，在模板指出的变化区域内影像可以进一步作监督分类处理，分类样本可以由未变化区域或是从光谱特征样本库中取得。但是，基于主成分变换方法对数据源要求较高，为达到一定精度，要求不同时相的影像有较高的空间分辨率并作变化检测，同时，不同时相影像要具有相同的分辨率，否则会造成较大的假变化差异。

光谱特征变异法。同一地物反映在不同时相、不同卫星（SPOT 和 TM）影像上的光谱信息有一定的相关性，因此作影像融合时，就会如实地显示出地物正确的光谱特性。如果两者信息表现为不一致，那么融合后影像的光谱就表现得与正常地物有所差别，此时就称地物发生了光谱特征变异，这些地物可以通过影像判读勾绘出来。假设有一块地，1998 年 SPOT 影像光谱上呈现为较亮灰色，而且体现了明显的纹理信息，判读为一块新居民地；而在 1997 年 TM 影像对应位置上呈现的光谱特征为绿色，纹理信息不够明显，判读为一块菜地；将 1997 年 TM 和 1998 年 SPOT 融合之后，就会显示出成片带有绿色的居民用地。这种变化信息提取方法具有物理意义明显、实现简捷的特点。

（二）土地利用变化类型的确定

前面所述只解决了土地利用发生了变化，却没有解决变成了哪一种地类。土地利用变化类型的确定方法一般有目视解译法和计算机自动解译分类法。

目视解译法。目视解译法最大优点是方便灵活，解译者在解译过程中能够充分利用影像解译标志和其他辅助信息（地貌、地形等）识别地物。但解译者的经验和专业知识（包括对所研究地理区域的熟悉程度）以及影像本身的差异或限制，都会导致解译结果的不一致。因此在目视解译之前，要注意收集监测区域的土地基本信息、作物生长特性和地物的光谱特征等信息，以便辅助判读解译正确进行，提高监测精度。

计算机自动解译分类法。目前，最常用的方法是多元统计识别分类法。其主要优点是处理速度快，并且可重复性强，其中，最大似然法有着严密的理论基础，对于呈正态分布的数据具有很好的统计特性，而且判别函数易于建立。

提高确定变化类型的精度。影像判读的准确性一方面有赖于判读经验的积累和判读相关知识的辅助，另一方面还要充分结合各种已有数据资料来协助判读。因此，需要利用多源数据来提高判读的精度。判读中利用的多源数据包括：监测地区的人文地理情况、农作物生长情况，监测区域接近于监测年度的土地利用现状图以及地形图等资料。借助于这些资料，在影像判读和变化信息类型的确定上，可以作出更合乎事实情理的判断，增加内业工作的可信度和准确性。

在变化判读时还存在这样一种情况，由于影像空间分辨率和光谱分辨率的限制造成了混合像元的产生，在变化区域内虽然根据某一时相、某种卫星或某一波段的影像可以判断出主要变化信息的类型，但是其他影像信息却不能判读出变化类型。对此，可以采用区域生长等方法，结合已有光谱特征库内影像信息，选择适当的阈值来自动地生长出相同变化信息边缘并确定变化属性。

分辨率越低的影像所提供的信息量越少，所以要通过影像融合（例如多光谱影像与全色影像的融合）增加影像信息量；通过数字地形图的辅助，降低判读的不确定度；通过数字土地利用图与影像的叠加比较分析，来实现定性指导、定量解译，以进一步降低判读的不确定度。

前面已经提到，变化信息的发现可以通过计算机自动分类和人工解译相结合的方法进行，监测精度将会大于只用某种方式进行变化信息的提取。不仅如此，在确定和勾画变化边界时，也要将计算机自动选取变化区域和人工勾画边界的方法结合起来，这样既能提高工作效率，又能提高监测精度。

（三）提高变化地块的空间定位精度

为提高土地利用变化地块的空间定位精度，通常要对内业判读的成果进行外业核查。外业核查内容包括：

（1）实地检查确认遥感内业判读的变化图斑。

（2）实地调查影像上识别或定位不准的小图斑边界线。

（3）实地量测影像上量测精度不足的线状地物宽度。

（4）对影像上有云影遮盖的范围作补充调查。

（5）实地收集监测区内与真正变化图斑相对应的土地变更调查资料，为变化信息分类后处理及精度评价提供依据。

实际工作中，还要借助 GPS 等一些较高精度的测量手段，以提高外业量测的准确性。此外，在核查中还要注意实地记录当地典型地物的光谱特征。对照遥感影像，选取这种地物对应的影像块，为建立当地影像特征库积累资料。通常，某一地区的地物特征和属性都比较稳定，而且有不同于其他地区地物的性质，当建立了该地区影像特征库之后，就能减少后续动态监测的外业工作量，并能为将来变化监测提供一定的预测分析和判读指导。北方旱地的光谱特征和南方同类地物相比，差别比较明显，因此在利用人工智能专家系统或是人工目视判读等方法进行变化检测和类型确定时，两处地物对应的判读条件是不一样的，需要利用不同的影像特征先行检验。

五、土地利用动态遥感监测技术的优缺点

遥感信息是地表各种地物要素的真实反映，能清晰地显示各种土地利用类型的特征与分布。高分辨率的遥感图像还能正确显示出农业内部结构调整信息，这样不仅可以减少外业调查工作量，同时还可以精确地量算出各种土地利用的面积，保证面积的准确性。遥感图像的多光谱及多时相特性为土地利用动态监测的定性、定量分析提供了丰富的信息，在原有土地详查图件和数据的基础上，将获取的遥感图像和原有的同区位土地利用空间信息进行叠加分析，不仅可以保证监测精度，同时可以提高工作效率，缩短工作周期。因此，与传统的地籍调查方法相比，遥感监测技术有较多优势：

(1)保证精度。遥感技术可在较大范围内准确地监测各类土地利用变化数据。

(2)经济实用。可在大尺度空间条件下，利用遥感技术数据几何分辨率高的特点，对土地利用变化数据进行采集，与传统的地籍调查方法相比，更加经济和实用。

(3)效率更高。利用遥感监测数据在复核地籍变更调查数据准确度的同时，还可以有针对性地指导和辅助变更调查工作，节省了外业查找变化地块的时间，提高了工作效率，保证了调查结果的可靠性。

(4)直观实时。卫星遥感监测技术为配合土地执法检查，强化国土资源执法监察、贯彻“预防为主、防范和查处相结合”的国土资源执法监察新思路提供了强有力的科技支撑，为国土资源规划、管理、保护的快速决策提供了技术保证。

但就土地利用动态遥感监测来讲，还有不少问题：首先数据预处理在实际工作中达不到要求，其有效算法和技术影响了动态监测成果的精度；其次，由于变化监测算法的差异性，所有变化监测算法的能力受空间、光谱、时域和专业内容的限制，所采用的方法在一定程度上影响了变化监测的精度。甚至对于同一环境，由于采用的方法不同，所产生的结果也会不同。同时，土地利用动态变化遥感监测有多种方法，各方法都有其优缺点。因此，选择合适的土地利用变化监测方法，也显得尤为重要。总之，今后还需对土地利用动态变化遥感监测技术和方法进行深入研究，以建立起我国宏观土地利用动态遥感监测体系，为我国国土资源管理提供技术支持。

思　考　题

1. 试述常用的土地分类体系。
2. 试述我国现行土地分类的原则。

3. 试述土地利用现状调查的目的、内容和原则。
4. 地类调绘应注意哪些问题？线状地物调绘有哪些要求？
5. 试述土地利用变更调查的基本技术流程。
6. 什么是土地利用动态遥感监测？一般采用哪两种方法进行监测？简述其优缺点。
7. 土地利用动态遥感监测包括哪些内容？
8. 试述土地利用动态遥感监测的技术流程。
9. 试述确定土地利用变化类型的方法。
10. 影像融合有哪三种主要方法？
11. 试述土地利用动态遥感监测外业核查的基本内容。

附录二

土地利用现状分类(2007国家标准)

一级类		二级类		含义
编码	名称	编码	名称	
01	耕地			指种植农作物的土地，包括熟地，新开发、复垦、整理地，休闲地(含轮歇地、轮作地)；以种植农作物(含蔬菜)为主，间有零星果树、桑树或其他树木的土地；平均每年能保证收获一季的已垦滩地和海涂。耕地中包括南方宽度<1.0米、北方宽度<2.0米固定的沟、渠、路和地坎(埂)；临时种植药材、草皮、花卉、苗木等的耕地，以及其他临时改变用途的耕地
		011	水田	指用于种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地，包括实行水生、旱生农作物轮种的耕地
		012	水浇地	指有水源保证和灌溉设施，在一般年景能正常灌溉，种植旱生农作物的耕地，包括种植蔬菜等的非工厂化的大棚用地
		013	旱地	指无灌溉设施，主要靠天然降水种植旱生农作物的耕地，包括没有灌溉设施，仅靠引洪淤灌的耕地
02	园地			指种植以采集果、叶、根、茎、汁等为主的集约经营的多年生木本和草本作物，覆盖度大于50%或每亩株数大于合理株数70%的土地，包括用于育苗的土地
		021	果园	指种植果树的园地
		022	茶园	指种植茶树的园地
		023	其它园地	指种植桑树、橡胶、可可、咖啡、油棕、胡椒、药材等其他多年生作物的园地

续表

一级类		二级类		含义
编码	名称	编码	名称	
03	林地			指生长乔木、竹类、灌木的土地,及沿海生长红树林的土地,包括迹地,不包括居民点内部的绿化林木用地,铁路、公路征地范围内的林木,以及河流、沟渠的护堤林
		031	有林地	指树木郁闭度≥0.2的乔木林地,包括红树林地和竹林地
		032	灌木林地	指灌木覆盖度≥40%的林地
		033	其它林地	包括疏林地(指树木郁闭度≥0.1、<0.2的林地)、未成林地、迹地、苗圃等林地
04	草地			指生长草本植物为主的土地
		041	天然牧草地	指以天然草本植物为主,用于放牧或割草的草地
		042	人工牧草地	指人工种植牧草的草地
		043	其它草地	指树木郁闭度<0.1,表层为土质,生长草本植物为主,不用于畜牧业的草地
05	商服用地			指主要用于商业、服务业的土地
		051	批发零售用地	指主要用于商品批发、零售的用地。包括商场、商店、超市、各类批发(零售)市场,加油站等及其附属的小型仓库、车间、工场等的用地
		052	住宿餐饮用地	指主要用于提供住宿、餐饮服务的用地。包括宾馆、酒店、饭店、旅馆、招待所、度假村、餐厅、酒吧等
		053	商务金融用地	指企业、服务业等办公用地,以及经营性的办公场所用地。包括写字楼、商业性办公场所、金融活动场所和企业厂区外独立的办公场所等用地
		054	其它商服用地	指上述用地以外的其他商业、服务业用地。包括洗车场、洗染店、废旧物资回收站、维修网点、照相馆、理发美容店、洗浴场所等用地
06	工矿仓储用地			指主要用于工业生产、物资存放场所的土地
		061	工业用地	指工业生产及直接为工业生产服务的附属设施用地
		062	采矿用地	指采矿、采石、采砂(沙)场,盐田,砖瓦窑等地面生产用地及尾矿堆放地
		063	仓储用地	指用于物资储备、中转的场所用地

续表

一级类		二级类		含　义
编码	名称	编码	名　称	
07	住宅用地			指主要用于人们生活居住的房基地及其附属设施的土地
		071	城镇住宅用地	指城镇用于生活居住的各类房屋用地及其附属设施用地,包括普通住宅、公寓、别墅等用地
		072	农村宅基地	指农村用于生活居住的宅基地
08	公共管理与公共服务用地			指用于机关团体、新闻出版、科教文卫、风景名胜、公共设施等的土地
		081	机关团体用地	指用于党政机关、社会团体、群众自治组织等的用地
		082	新闻出版用地	指用于广播电台、电视台、电影厂、报社、杂志社、通讯社、出版社等的用地
		083	科教用地	指用于各类教育,独立的科研、勘测、设计、技术推广、科普等的用地
		084	医卫慈善用地	指用于医疗保健、卫生防疫、急救康复、医检药检、福利救助等的用地
		085	文体娱乐用地	指用于各类文化、体育、娱乐及公共广场等的用地
		086	公共设施用地	指用于城乡基础设施的用地。包括给排水、供电、供热、供气、邮政、电信、消防、环卫、公用设施维修等用地
		087	公园与绿地	指城镇、村庄内部的公园、动物园、植物园、街心花园和用于休憩及美化环境的绿化用地
		088	风景名胜设施用地	指风景名胜(包括名胜古迹、旅游景点、革命遗址等)景点及管理机构的建筑用地。景区内的其它用地按现状归入相应地类
09	特殊用地			指用于军事设施、涉外、宗教、监教、殡葬等的土地
		091	军事设施用地	指直接用于军事目的的设施用地
		092	使领馆用地	指用于外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等的用地
		093	监教场所用地	指用于监狱、看守所、劳改场、劳教所、戒毒所等的建筑用地
		094	宗教用地	指专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等宗教自用地
		095	殡葬用地	指陵园、墓地、殡葬场所用地

续表

一级类		二级类		含义
编码	名称	编码	名称	
10	交通运输用地			指用于运输通行的地面线路、场站等的土地，包括民用机场、港口、码头、地面运输管道和各种道路用地
		101	铁路用地	指用于铁道线路、轻轨、场站的用地，包括设计内的路堤、路堑、道沟、桥梁、林木等用地
		102	公路用地	指用于国道、省道、县道和乡道的用地，包括设计内的路堤、路堑、道沟、桥梁、汽车停靠站、林木及直接为其服务的附属用地
		103	街巷用地	指用于城镇、村庄内部公用道路（含立交桥）及行道树的用地，包括公共停车场，汽车客货运输站点及停车场等用地
		104	农村道路	指公路用地以外的南方宽度≥1.0 米、北方宽度≥2.0 米的村间、田间道路（含机耕道）
		105	机场用地	指用于民用机场的用地
		106	港口码头用地	指用于人工修建的客运、货运、捕捞及工作船舶停靠的场所及其附属建筑物的用地，不包括常水位以下部分
		107	管道运输用地	指用于运输煤炭、石油、天然气等管道及其相应附属设施的地上部分用地
11	水域及水利设施用地			指陆地水域，海涂，沟渠、水工建筑物等用地，不包括滞洪区和已垦滩涂中的耕地、园地、林地、居民点、道路等用地
		111	河流水面	指天然形成或人工开挖河流常水位岸线之间的水面，不包括被堤坝拦截后形成的水库水面
		112	湖泊水面	指天然形成的积水区常水位岸线所围成的水面
		113	水库水面	指人工拦截汇集而成的总库容≥10 万立方米的水库正常蓄水位岸线所围成的水面
		114	坑塘水面	指人工开挖或天然形成的蓄水量<10 万立方米的坑塘常水位岸线所围成的水面
		115	沿海滩涂	指沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带，包括海岛的沿海滩涂，不包括已利用的滩涂

一级类		二级类		含　义
编码	名称	编码	名　称	
11	水域及水利设施用地	116	内陆滩涂	指河流、湖泊常水位至洪水位间的滩地，时令湖、河洪水位以下的滩地，水库、坑塘的正常蓄水位与洪水位间的滩地，包括海岛的内陆滩地，不包括已利用的滩地
		117	沟渠	指人工修建，南方宽度≥1.0米、北方宽度≥2.0米用于引、排、灌的渠道，包括渠槽、渠堤、取土坑、护堤林
		118	水工建筑用地	指人工修建的闸、坝、堤路林、水电厂房、扬水站等常水位岸线以上的建筑物用地
		119	冰川及永久积雪	指表层被冰雪常年覆盖的土地
12	其它土地			指上述地类以外的其它类型的土地
		121	空闲地	指城镇、村庄、工矿内部尚未利用的土地
		122	设施农用地	指直接用于经营性养殖的畜禽舍、工厂化作物栽培或水产养殖的生产设施用地及其相应附属用地，农村宅基地以外的晾晒场等农业设施用地
		123	田坎	主要指耕地中南方宽度≥1.0米、北方宽度≥2.0米的地坎
		124	盐碱地	指表层盐碱聚集，生长天然耐盐植物的土地
		125	沼泽地	指经常积水或渍水，一般生长沼生、湿生植物的土地
		126	沙地	指表层为沙覆盖、基本无植被的土地，不包括滩涂中的沙地
		127	裸地	指表层为土质，基本无植被覆盖的土地；或表层为岩石、石砾，其覆盖面积≥70%的土地

附录三

土地利用现状调查报告的编写

土地利用现状调查报告是现状调查的真实文字记录，是极重要的成果资料之一，要求对整个调查工作进行系统的工作总结和技术性的总结探讨。编写的报告不仅对全面、系统、科学地管理土地具有重要意义，而且对编制国民经济计划、充实和发展土地科学、培养土地科学人才都有重要影响。

（一）编写要求

乡级要编写土地利用现状调查说明书，县级要编写调查报告。县级调查报告应着重归纳土地利用现状调查成果，分析土地利用的特点，并从宏观上提出开发、利用、整治、保护土

地的意见。调查报告的内容应充实，文句要通顺，尽量做到文、表、图并用。

（二）乡级调查说明书的内容

主要叙述全乡概况，各类土地面积及分布状况，利用特征及问题，土地权属问题等。文后附调查人员名单及在调查中承担的任务。

（三）县级土地利用现状调查报告的内容

（1）自然与社会经济概况。包括调查区的地理位置及行政区划，本县行政区域形成的历史沿革及行政区划变化情况。进行外业调绘时，还包括本县所辖区、乡（镇）、场、村，自然条件与社会经济条件等。

（2）调查工作情况。包括调查工作的组织领导、调查队伍的组建与培训，工作计划与方法，执行规程的情况，技术资料的收集与应用，经费的筹集与使用，调查工作的经验与存在的问题等。

（3）调查成果及质量分析。主要包括：各项调查成果名称并简介其内容；对土地利用调查及土地权属调查结果的分析，如各类土地的比重与分布，地界的调绘与补测等；对各项调查成果质量的评价，即精度分析；存在的问题及产生的原因等。

（4）土地合理开发利用、整治保护的途径及建议。包括土地利用结构、利用程度、利用水平，土地利用中存在的问题，合理开发、利用、整治、保护土地的途径及建议。

附录四

土地利用现状调查成果检查验收

（一）检查验收制度

土地利用现状调查成果实行省、县、作业组三级检查和省、县二级验收制度。首先，作业组自检和互检，然后县级检查组对作业组成果检查验收，最后省组检查组检查验收县的成果。各组检查验收人员还要评价被检查验收的成果质量。

（1）作业组的自检和互检。为使作业组的各项成果达到验收标准，必须加强作业组对成果质量的自检和互检。自检可在作业期间随时进行，互检在各作业组间进行，发现问题及时处理，把问题消灭在第一线。自检、互检后，应及时报请上一级检查小组进行检查。

（2）县级检查验收。县检查验收组或技术指导组负责对作业组成果进行检查验收。在作业组每道工序自我检查无问题的基础上按工序逐项进行，待上道工序检查合格，并由检查人员签字后，作业组方可转入下道工序，以保证每道工序把住成果质量关。检查不合格的成果，应退还作业组返工补课后另行检查。县级检查验收工作全部完成后，要写出检查验收报告，报省主管部门派检查组检查验收。

（3）省级检查验收。可由省、地组成联合验收组，共同对县级成果进行检查验收。省级检查组对县级成果的检查验收，可在县级对各作业组成果全部检查验收合格的基础上一次进行。

（二）检查验收标准与步骤

土地利用现状调查成果的检查验收必须以《土地利用现状调查技术规程》及其补充规

定的各项规定为准。凡按规程进行调查,作业项目达到规定要求的成果即为合格成果。

对各道工序的作业成果自检无误后,进行互检,互检之后,由县检查验收,认定合格后方可转入下道工序。互检和县级检查验收均应作检查验收记录,对检查发现和提出的各种问题,作业人员应认真处理。在全部工序完成后,县级应进行全面的检查,并整理好调查的全部成果资料及各阶段的检查验收记录,写出成果检查验收说明,连同应上交的调查成果,一并报省土地管理部门。省土地管理部门在初步审核认定可以进行验收后,即组织检查验收人员赴县,对调查成果进行检查验收。

国家土地管理局和全国土地资源调查办公室可组织全国土地利用现状调查技术指导组成员对各省检查验收的成果进行抽查。

(三)检查验收内容与方法

由于各地使用图件资料和作业方法的差异,检查验收的内容和方法亦不尽相同。一般可分为外业调绘与补测、航片转绘、面积量算、统计汇总、图件绘制、调查报告和档案材料整理等项目进行检查验收。其具体内容与方法如下:

(1)外业调绘与补测的检查。在对全县各外业调查记录进行审查的基础上,随机抽取分布均衡的占全县总图幅数5%~10%图幅的调绘航片及相应的外业调查手簿,在室内进行作业面积及接边检查、图面检查和外业调查手簿的查对,然后再从各图幅中选一定数量的调绘航片和相应的外业调查手簿,确定其检查路线,到实地检查核对。

(2)航片转绘的检查。在检查转绘方法、作业过程及审查转绘检查记录的基础上,随机抽选4幅以上外业及转绘成果资料,每幅抽选1~2张调绘航片进行转绘检查。检查10个以上图斑或50个以上特征点,4幅图中至少20个以上权属界址拐点,并用其点位误差计算中误差,衡量其转绘精度。

(3)面积量算的检查。在审查全县各阶段面积量算作业检查记录的基础上,用精度高一级的量算方法,对面积量算成果进行检查。每县至少抽查100个图斑和100条线状地物。重点查控制面积及平差、量算精度、量算记录及汇总表。

(4)图件绘制的检查。图件绘制检查包括县、乡土地利用现状图的检查和土地权属界线图的检查。重点检查编制方法和成图质量。

(5)调查报告的审阅。是否按规程所列的内容真实、准确地反映本地调查特色,层次是否清楚,文字是否简练,图、表是否齐全。

(6)档案材料整理工作的检查。档案材料整理工作的检查内容主要是档案材料是否齐全,分类编目是否统一、合理,案卷是否填写清楚等。

(四)成果质量评价方法

成果质量评价采取计算质量合格率的方法进行,凡合格率在80%以上者为合格,低于80%者为不合格。质量评价方法如下:

(1)外业成果评价四个单项计算合格率,即:土地权属界线调绘补测,地物、地类调绘补测,调绘接边,外业手簿。

先计算单项合格率。单项合格率按下列公式计算:

$$单项合格率(\%)=\frac{合格项数}{检查总项数}\times 100\%$$

然后计算总评合格率。总评合格率按各单项合格率所占比重进行计算,即权属界线调绘占

30%，外业手簿记载占20%，地物、地类调绘占40%，调绘接边占10%的比重计算总评合格率。

$$总评合格率(\%)=\sum(单项合格率\times比重)$$

(2)航片转绘成果评价。转绘成果分转绘内容和转绘精度二项进行评价。二个单项成果合格率计算好以后，可按转绘内容和转绘精度各50%的比重计算合格率。

(3)面积量算成果评价。面积量算成果分控制面积量算、碎部面积量算、面积汇总统计三个单项计算合格率。

(4)图件成果评价。图件成果评价分为分幅土地利用现状图、县土地利用现状图、乡土地利用现状图、分幅土地权属界线图四个单项计算合格率。再以分幅现状图占40%、其他三项各占20%的比重计算合格率。

(5)调查报告评价。调查报告内容齐全，进行一般论述为合格，其合格率为80%~85%；内容客观实际且有本地特色，受到领导重视的其合格率为85%~90%；报告立意新颖、对当地国民经济发展有重大影响的合格率可高于90%。

(6)档案材料整理评价。分材料齐全、分类编目统一、案卷填写清楚三方面进行评述：基本符合要求，合格率为80%~85%；完全符合要求，其合格率为85%~90%；有创新的合格率可高于90%。全部符合要求，其合格率为85%~90%；有创新的合格率可高于90%。

(7)县级成果综合评价，它是对县级成果的总评，以质量总评合格率为评价依据，用评语来评定合格、良好、优秀评语评定成果等级。评价分两步进行。

第一步：计算质量综合合格率。取以上六项成果质量总评合格率的加权均值，作为全县成果质量综合合格率。其计算公式为：

$$综合合格率(\%)=\sum(各总评合格率\times比重)$$

各项比重参见表3-3。

表3-3 各项总评合格率的比重

检查项目	比重	检查项目	比重
外业成果	25%	图件成果	10%
航片转绘成果	25%	调查报告	10%
面积量算成果	25%	档案材料整理	5%

第二步：综合评价。可按表3-4评定。

表3-4 综合评价等级表

项目＼等级	合格	良好	优秀
质量综合合格率	80%~85%	85%~95%	>95%

(五)编写检查验收报告

县级调查成果经省级检查组检查验收合格后，由省土地管理部门写出检查验收报告，对

成果质量给予全面鉴定，并由省土地管理部门向县颁发质量合格证书。检查验收报告主要内容有：

（1）参加检查验收人员、检查时间和检查方法。

（2）单项、总评合格率及综合评价等级。

（3）不合格部分主要问题的类型、性质、数量及处理结果。

（4）对成果的利用意见及建议。

第四章　土地等级调查概述

第一节　概　　述

一、土地的质量与性状

不同质量水平的土地被人们利用的程度是不一样的，认识土地的质量，客观上是人们利用土地资源的基础。

随着科学的发展，我们对于土地质量的认识也越来越深入。土地质量是土地相对于特定用途所表现（或可能表现）出的效果的优良程度。土地质量总是与土地用途相关联的，其适宜的用途受土地本身的性状和环境条件的影响。土地性状是指土地在自然、社会和经济等方面的性质与状态，是判断土地质量水平的依据。土地评价，如土地开发和利用的评价、土地生产潜力的评价、土地等级的评价，都必须以土地性状为基础。

土地性状指标，通常是指土地的一些可度量或可测定的属性，包括土地自然属性和社会经济属性。土地的自然属性包括土壤、地形地貌、水文、植被、气候等；土地的社会经济属性包括土地利用的现状、地理位置、交通条件、单位面积产量、城市设施、环境优劣度等。

二、土地等级评价

土地等级是反映土地质量与价值的重要标志。土地等级是地籍内容的重要组成部分，在地籍调查中也要把土地等级调查清楚，记载在地籍调查表中。

土地等级评价，又叫土地分等定级，是指在特定的目的下，对土地的自然和经济属性进行综合鉴定并使鉴定结果等级化的工作。土地用途不同，衡量等级的指标亦不同。所以土地等级评价是一项极其复杂、涉及学科较多的综合性工作。土地分等定级是地籍管理工作的一个重要组成部分，它是以土地质量状况为具体工作对象的，并且必须以土地利用现状调查和土地性状调查为基础。

土地分等定级在我国有着悠久的历史。早在我国上古时代就有按土壤色泽、性质或水分状况来识别土壤肥力，进行土地生产力的评估和分类的记载。在《禹贡篇》和《管子·地员篇》中就有当时黄河流域及长江中下游土壤分类评级的实际记载。据《禹贡篇》记载，夏禹治水后，将九州土地的自然肥力估计为上、中、下 3 等，每等又分上、中、下 3 级，共九级，并按土地等级规定田赋标准。距今 2 630 余年的战国时的《管子·地员篇》将土地分为 3 等 18 类，每类又分为 5 种，共 90 种。这是世界上最早的土地分类和土地评级的著作。

古代土地分等定级主要用以制定田赋等级标准和确定地租的依据。在现代，土地分等定级成果有了更多的用途，除了为土地估价提供控制区域和为确定土地税额、土地征用补偿等提供依据外，还为土地利用规划和合理组织城乡土地利用提供基础资料。

按城乡土地的特点不同，土地分等定级可以分为城镇土地分等定级和农用土地分等定

级两种类型。

城镇土地分等定级是对城镇土地利用适宜性的评定，也是对城镇土地资产价值进行科学评估的一项工作。其等级可揭示不同区位条件下的土地价值规律。

农用土地分等定级则是对农用土地质量，或是对其生产力大小的评定，也是通过农业生产条件的综合分析，对农用土地生产潜力及其差异程度的评估工作。农用土地分等定级成果直接为指导农用土地利用和农业生产服务。

第二节　土地性状调查*

土地性状调查是指对土地性状指标的调查，包括土地自然属性及社会经济属性的调查。

一、土地自然属性调查

土地自然属性包含着许多具体的项目指标，涉及多种专门的调查知识和方法，有专门的论著可以借鉴。本节仅就其地形地貌、土壤、农业气候、植被的调查内容作简要介绍。

（一）地形地貌调查

主要查清地面的地貌类型、坡度、坡向、绝对高度（高程）、相对高度（高差）等。

1. 地貌类型

从大的方面，地貌可划分为山地、丘陵、平原。它们在土地性状方面表现出极大的差异性。有时为了较细地考察土地性状，从地形特征的角度还可再细分。如平原、山地丘陵、河谷等。

2. 坡度

坡度是指地面两点间高差与水平距离的比值。坡度大小对土地性状影响很大，它与土壤厚度、质地、土壤水分及肥力都直接相关，制约着土壤中水分、养分、盐分的运动规律，是各类农业生产用地适宜性的重要指标。各地在农业利用上划分坡度级的标准很不一致，特别是南北方之间，目前除考虑到适用于规划耕地利用的需要外，划分土地坡度级的重要指标还在于考虑对水土流失的防治，尤其是土地垦殖的临界坡度。

3. 坡向

坡向（即坡地的朝向）是坡地接受太阳辐射的基本条件，对地面气温、土温、土壤水分状况都有直接的影响，对于某些农业生产（果树病害、作物适宜性）尤为重要，对于居民住房建设也有很大的影响。坡向可从地形图上判读或在实地测量。

4. 绝对高度（海拔高程）

地面高度通常是农业生产利用，尤其是一些农作物适宜种植的临界指标，对于农、林、牧分布也极为重要。我国的海拔高度起始面为黄海平均海水面，称为黄海高程系。根据地形图上的高程点注记及等高线，可直接从地形图上查得任意位置土地的绝对高度。

5. 高差

高差表示地面上两点间的高程上的差值。由于地面各点的绝对高度可从地形图上判读，所以高差同样可以从地形图上推算而知。高差为区分地形特征、考虑灌排条件以及为农业技术的运用提供依据。

（二）土壤调查

土壤性状是土地性状的主要构成部分。特别是对于农业土地利用来讲，土地的生产性

能主要取决于土壤肥力，即土壤供给和调节作物所需水分、养料、空气和热量的能力，因而土壤调查的主要目的是反映土地的肥力水平。农作物产量是反映土地肥力水平的重要标志，但单纯从农作物产量来考察土壤质量性状，有较大的局限性，而且需一系列附加条件。最好能在土壤供肥过程发生之前就能判断土壤供肥能力。

土壤调查的项目很多，其中一些项目，针对不同地点和不同用途，其调查的价值相差极大，在调查前须认真选择。调查的项目主要是土壤质地、土层厚度及构造、土壤养分、土壤酸碱度和土壤侵蚀等。

（三）农业气候调查

农业气候调查的主要内容为光照强度、热量、水分等要素。

光照强度只在个别地区才会有过大或过小的情况。光照的显著差异，通常是小气候的特征之一，在考察小气候条件时有必要调查这方面的资料。

热量对农作物发育有着十分重要的影响。热量以温度表示。常用指标有农业界限温度的通过日期、持续日数、活动积温（大多数作物均以大于10℃的活动积温为指标）、霜冻特征等。

水分条件对于作物生长尤其是作物的生产率关系甚大。过多或过少的水分都会抑制作物的生命活动。主要调查内容为年降水量、干燥指数等，尤其是农作物生长需水季节的降水量。有条件时最好统计降水量高于或低于某作物需水值的累计总频率，即降水保证率。对于空气中的水分，可通过测定空气相对湿度、测算湿润指数（或干燥指数）或者计算干燥度来调查。

（四）植被调查

主要查清植被群落、覆盖度、草层高度、产草量、草质以及利用程度等。

群落通常以优势植物命名。盖度则以植被的垂直投影面积与占地面积的百分比来表示。它们共同反映了当地对植物生长的适宜程度及适宜种类，是土地质量多种因素的综合反映指标。

草地调查在荒地及草原等地区尤为重要。草层高度是其首要指标，主要是指草种的生长高度。其营养枝的高度称为叶层高度。它们是草层生产能力的重要指标。按植株的生长高度、健壮程度等可将植被的生活力按强、中、弱加以分别调查。植被更为有效的反映指标是植被质量和产草量。对于植被质量，主要是调查可被食用的草的数量和营养价值，以及其中有毒、有害植物的种类及分布。

二、土地的社会经济属性调查

土地利用从来不是一项只受自然规律制约的人类活动。土地利用方向和效果在很大程度上受社会经济因素的制约。这方面的有关项目指标非常多，有许多是社会经济与农业经济调查的内容，这里仅就主要调查指标加以介绍。

1. 地理位置与交通条件

从地理分布来讲，重要在于反映土地与城市、集镇的相对位置，与行政、经济中心的相关位置，与河流、主要交通道路的相对关系。可以通过对地图的分析和调查查清上述要素的分布、相互距离、各自规模、利用（效益）程度等。对于城市用地，“位置优势”往往是衡量土地质量的主要因素。对于农业利用，虽然位置的作用在具体表现上与城市不完全一样，但它依然十分重要，是决定土地利用方向、集约利用程度和土地生产力的重要因素。交通条件方面

除对道路分布、等级、宽度、路面质量、车站、码头等有必要调查外，对当地货流关系的调查有时很有必要，因为它对于开发产品，疏通流通环节，充分发挥土地资源优势，都是十分重要的。在交通条件调查中，有时也需对运输手段、运输量做出调查。

2. 人口和劳动力

人口和劳动力对提高土地利用集约化水平是重要的因素。应当查清人口、劳动力数及其构成情况。尤其应当调查统计人均土地、劳均耕地等直接关系到土地利用集约程度的指标。此外，人口增长率、人口流动趋势也可作为调查的指标。

3. 农业生产及农业生产环境条件

农、林、牧、渔生产结构与布局，反映了当地土地利用的方向，应当加以查明。作物品种、布局、轮作制度、复种指数、农产品成本、用工量、投肥量、单产、总产、产值、纯收入，林木积蓄量、载畜量、出栏率、牲畜品种、鱼种类等，可根据研究土地资料的目的，有选择地加以调查。农业生产条件，如水利（灌溉、排水）条件，包括水源、渠系、水利工程、机电设备，往往是对土地的质量水平起关键作用的因素，应加以调查。此外，与农业机构有关的机械设备、机械作业经济效益等指标在机械化作业地区也是很重要的。

4. 土地利用水平

上述不少指标与土地利用水平有关。除已叙述的项目外，主要有土地开发利用和土地组织利用方面的项目。土地开发利用方面，可以对反映当地土地质量水平的指标进行调查，如土地垦殖率、土地农业利用率、森林覆盖率、田土比、稳产高产农田比重、水面养殖利用率等；土地组织利用方面，主要有农、林、牧用地结构和地段形态特征的调查。

5. 地段形态特征

在机械化作业的情况下，地段形态特征是很重要的调查项目。它是指一定范围土地的外形及内部利用上的破碎情况，是影响土地高效利用的因素。调查具体项目指标按需要选取，小到每一个地块的耕作长度和外部形状，大到一定范围内土地的破碎情况，甚至一个土地使用单位的相连成片的土地的规整程度。土地范围规整程度可用规整系数、紧凑系数或伸长系数来衡量。

第三节　土地分等定级概述*

一、城镇土地分等定级概述

城镇土地分等定级的工作对象为城镇规划区的全部土地及独立工矿区土地。

（一）城镇土地等级体系

为正确反映城镇土地质量的差异，土地质量采用“等”和“级”两个层次的划分体系。

城镇土地等别反映城镇之间的土地质量差异。它是将各城镇看做一个点，研究整个城镇在各种社会经济、自然、区位条件影响下，从整体上表现出的土地质量差异，土地等别在全国范围内具有可比性。

城镇土地级别反映城镇内部的土地质量差异。通过分析投资于土地上的资本、自然条件、经济活动程度和频率条件得到收益的差异，并据此划分出土地的级别高低。土地级别的顺序是在各城镇内部统一排列的。土地级别的数目，根据城镇的性质、规模及地域组合的复

杂程度,一般规定:大城市 5 ~ 10 级,中等城市 4 ~ 7 级,小城市以下 3 ~ 5 级。

(二)城镇土地分等定级方法

城镇土地分等定级方法目前主要有三种,即多因素综合评定法、级差收益测算评定法、地价分区定级法。

1. 多因素综合评定法

多因素综合评定法是通过对城市土地在社会经济活动中所表现出的各种特征进行综合分析,揭示土地的使用价值或价值及其在空间分布的差异性,并以此划分土地级别的方法。多因素综合评定法的指导思想是从影响土地的使用价值或质量的原因着手,采用由原因到结果,由投入到产出的思维方式。即通过系统、综合地分析各类因素和因子对土地的作用强度,推论土地的优劣差异在空间上的分布。

2. 级差收益测算评定法

级差收益测算评定法是通过级差收益确定土地级别的方法。其指导思想是从土地的产出(企业利润)入手,认为土地级别由土地的级差收益体现,级差收益又是企业利润的一部分,所以由土地的区位差异所产生的土地级差收益完全可以通过企业利润反映出来。级差收益测算方法主要对发挥土地最大使用效益的商业企业利润进行分析,从中剔除非土地因素如资金、劳动力等带来的影响,建立适合的经济模型,测算土地的级差收益,从而划分土地级别。

3. 地价分区定级法

地价分区定级法的指导思想是直接从土地收益的还原量(地价)出发,根据地价水平高低在地域空间上划分地价区块,制定地价区间,从而划分土地级别的。

由于上述三种方法各有优缺点,在实际土地定级中,应根据实际情况将各种方法结合使用。

(三)城镇土地定级的工作程序

土地定级因素选择。要选择覆盖面广、指标值有较大变化且指标值的变化对土地级别有较显著影响的因素。

定级因素权重的确定。权重值与因素对土地质量影响的大小成正比,其数值在 0 ~ 1 之间。因素权重确定方法有特尔斐测定法、因素成对比较法和层次分析法。

土地定级单元的划分。定级单元是评定土地级别的基本空间单位和定级因素分值计算的基础,是土地内部特性和区位条件相对均一的地块。定级单元划分的方法有主导因素判定法和格网法。

土地定级因素分值的计算。分值的计算分两种情况按其数学模型进行计算。一种是定级因素,其对土地质量的影响仅与因素指标值有关。另一种是定级因素,其对土地质量的影响既与因素涉及的呈点、线状分布的设施规模有关,又与土地和设施的相对距离有关。

初步划分土地级别。用因素分值加权求和法计算单元总分值。然后可采用总分数轴法或总分频率曲线法或总分剖面图法初步划分土地级别。

级差收益测算。通过级差收益测算,检验土地级别初步划分是否合理。如果不合理,则需要重新调整初步划分的级别,直至合理。

级别边界落实、成果整理、验收。土地级别的边界要落实到图上。土地级别边界落实后,要编制土地级别图,进行面积测算、成果验收、归档。

二、农用地分等定级概述

农用地分等定级的工作对象为农用地(包括耕地、林地、草地、农田水利用地、养殖水面)和宜农未利用地,不包括自然保护区和土地利用总体规划中的永久性林地、牧草地和水域。

(一)农用地等级体系

我国对农用地质量也是采用"等"和"级"两个层次划分体系的。农用地等别的划分是依据构成土地质量稳定的自然条件和经济条件,在全国范围内进行的农用地质量综合评定。农用地分等成果在全国范围内具有可比性。

农用地的等别反映农用地潜在的(或理论的)区域自然质量、平均利用水平和平均效益水平的不同所造成的农用地生产力水平差异。农用地级别反映因农用土地现实的(或实际可能的)区域自然质量、利用水平和效益水平不同所造成的农用地生产力水平差异。

(二)农用地分等定级的方法体系

农用地分等的方法主要有因素法和样地法。农用地定级的方法主要有因素法、样地法和修正法。

因素法是通过对构成土地质量的自然因素和社会经济因素的综合分析,确定因素因子体系及其影响权重,计算单元因素总分值,以此为依据客观评定农用地等级的方法。

样地法是以选定的标准样地为参考,建立特征属性计分规则,通过比较计算分等定级单元特征属性分值,评定土地等级的方法。

修正法是在农用地分等指数的基础上,根据定级目的,选择区位条件、耕作便利度等因素修正系数,对分等成果进行修正,评定出农用地级别的方法。

目前,我国农用地分等定级工作才刚刚起步,在农用地分等中采用较多的是因素法。因为农用地定级工作往往是在农用地分等的基础上进行的,所以可以在农用地定级中采用修正法。

(三)农用地分等的工作程序

下面以因素法为例简要介绍农用地分等的工作程序。

(1)确定标准耕作制度、基准作物和指定作物。

目前,我国现阶段标准耕作制度主要是指种植制度。种植制度是一个地区或生产单位作物组成、配置、熟制与种植方式的总称。基准作物是指全国比较普遍的主要粮食作物,如小麦、玉米、水稻,按照不同区域生长季节的不同,进一步区分为春小麦、冬小麦、春玉米、夏玉米、一季稻、早稻和晚稻7种粮食作物,是理论标准粮的折算基准。指定作物是《农用地分等规程》所给定的行政区所属耕作区标准耕作制度中所涉及的作物。

(2)划分分等单元。

分等单元的划分可采用叠置法、地块法、网格法、多边形法。一般采用地块法,以土地利用现状图的图斑为分等单元,分等单元不打破村界线。

(3)分等指标因素及其权重的确定。

各县可以在《农用地分等规程》附件中查到本县所在分区,查到本县农用地分等评价指标体系所包含的必选评价指标,这些诊断指标的分级、以及诊断指标级别所对应的指标分值和指标权重。如果各地实际情况与附件中给出的评价指标、指标分级、指标分值及指标权重有较大出入,可参考附件"区域性土壤指标分级、指标分值、指标权重"给出的全国性评价指标、指

标分级、指标分值及指标权重，来确定本地区的评价指标、指标分级、指标分值及指标权重。

(4)计算农用地自然质量分。

按指定作物用几何平均法或加权平均法将分等因素质量分综合成该分等评价单元的农用地质量分。

(5)计算农用地分等自然质量等别指数。

从规程附录中查找光温生产潜力指数、产量比系数，根据标准耕作制度，对各指定作物的光温生产潜力指数逐一进行自然质量修正，再加和，得自然质量等别指数。

(6)初步划分农用地等别。

分指定作物，计算土地利用系数，编制等值区图。对农用地自然质量等别进行利用水平修正，得利用等别指数。

分指定作物，计算土地经济系数，编制等值区图。对农用地利用等别进行经济水平修正，得分等指数，依据分等指数初步划分农用地等别。

(7)对初步划分的农用地等别进行检查、校验调整，确定农用地等别。

在所有分等单元中随机抽取不超过总数5%的单元进行野外实测，将实测结果与分等结果进行比较。如果差异小于5%，则认为初步分等成果总体上合格，对于发现的不合格的初步分等结果应进行调整；如果大于5%，则应对初步分等成果进行全面调整。

(8)进行成果资料整理及验收。

(四)农用地定级的工作程序

下面以修正法为例简要介绍农用地定级的工作程序。

(1)确定修正因素。修正因素是指在县域范围内具有明显差异，对农用地级别有显著影响的因素，包括必选因素和参选因素。必选因素有土地区位因素和耕作便利因素。

(2)外业补充调查。农用地定级外业调查宜结合分等调查进行，共享一套外业调查资料。农用地定级外业调查与分等外业调查的侧重点不同，定级的外业调查更详细，需要根据定级参数的计算需要，补充相应的定级评价因素的调查。

(3)编制修正因素分值图。根据现有资料整理出定级修正因素分值，标注在与定级单元图相同比例尺的底图上。根据外业补充调查资料获得的定级修正因素分值，标注在底图上。再综合成定级修正因素分值图。

(4)划分定级评价单元。定级单元以农用地分等评价单元图进行划分，定级单元的边界应满足定级目的的要求。定级单元划分方法可采用地块法和网格法。

(5)计算单元修正因素质量分。呈点、线状分布的修正因素分值由相应因素对单元中心点的作用分值按相应衰减公式直接计算，面状因素分值则直接读取中心点所在指标区域的作用分值。

(6)计算修正系数。主要计算土地区位修正系数、耕作便利修正系数、参选修正因素修正系数。各因素的修正系数等于本单元的因素分值除以反映区域内该因素平均作用分值。

(7)计算定级指数。根据单元所对应的自然质量等别指数和修正系数，采用乘积法逐步修正光温生产潜力指数，得到农用地定级指数。

(8)初步划分农用地级。根据单元定级指数，采用数轴法、总分频率曲线法进行农用地级别的初步划定。

(9)校验及级别调整，级别确定。

(10)进行成果资料整理及验收。

第四节　土地税收情况调查*

一、税收与土地税

税收是国家凭借政治权力依靠法律强制手段,对一部分社会产品进行分配,无偿地取得财政收入的一种形式。

税收制度是指国家制定的税收法令和征收办法的总称,又是国家向纳税人征税的法律依据和工作细则,反映国家和纳税人之间的一种分配关系。这种税收法令和征税办法由国家制定。税收制度通常由征税对象、纳税人、税率、减免税、纳税期限、征税形式和违章处理等要素构成。

土地税收是国家税收的一种,是国家以土地为征税对象,凭借政治权力,从土地权属主手中无偿地强制性取得部分土地收益的一种税种。土地税收与地租的区别主要体现在:两者产生的前提条件不同;赖以生存的基础不同;分配的层次不同。土地税收又是国家税收中最悠久的税种。在古代,利用土地的最主要任务就是耕种。当时的工商业还尚未发展起来,既有收入,又能成为征税对象的几乎只有农业,所以赋税首先在农用地上产生。同时,土地税收与土地制度又是密切相关的,不同的社会制度,有不同的土地制度,其土地的性质和征税办法也是不一样的。

二、土地税的依据与功能

(一)征收土地税的依据

所谓征收土地税的依据,在这里是指征税数额计算方法,一般不外乎下列四种:

(1)按土地面积征税。以土地面积作为征额计算的基础。面积大,征税多;面积小,征税少。但这种计算方法很不公平,因为它忽视了土地收益与土地质量密切相关,应以土地面积与土地质量作为依据来计税。我国现行的城镇土地使用税就是以土地面积大小和土地质量优劣来确定税额的。

(2)按土地每年的总收获量征收。它是以每块土地每年的总收获量的多少为征税标准,收获量大,征税多;收获量小,征税少。这种方法比前一种要公平些,但仍存在不少缺点。如同样的土地,由于作物品种不同,成本及收获亦不同,这种方法易使同级土地征收不同的土地税,而且对空地、荒地无法使用这种方法征税。

(3)按土地每年的纯收益征收。所谓土地纯收益,即从土地总收益中减去生产成本及他项负担后的余额,亦称经济地租。这种计征方法比较好,但难以推行,因为土地收益难以测算,对空地、荒地等同样无法征税。

(4)按地价征收。这是一种最理想的计征方法,地价的高低代表土地生产力的高低,依土地生产力的大小分配赋税负担,更合乎公平原则。

(二)土地税收的功能

土地税收的功能体现在以下几个方面:

(1)保证国家的财政收入。

(2)抑制土地投机。

(3)促进土地资源合理利用。

(4)引导土地利用方向的调整。

三、我国现行的土地税收

我国现行的土地税收制度有:农业税、耕地占用税和城镇土地使用税等。下面仅以城镇土地使用税为例,来说明土地税收的情况。

国务院于1988年9月27日发布了《中华人民共和国城镇土地使用税暂行条例》,并于同年11月1日施行。条例中规定:在城市、县城、建制镇、工矿区范围内使用土地的单位和个人,为城镇土地使用税的纳税义务人;土地使用税以纳税人实际占用土地面积为征税依据;每平方米年税额大城市0.5~10.0元,中等城市0.4~8.0元,小城市0.3~6.0元,县城、建制镇、工矿区0.2~4.0元。

本条例对下列用地规定免缴土地使用税:

(1)国家机关、人民团体、军队自用的土地。

(2)由国家财政部门拨付事业费的单位自用的土地。

(3)宗教寺庙、公园、名胜古迹自用的土地。

(4)市政街道、广场、绿化地带等公共用地。

(5)直接用于农、林、牧、渔业的生产用地。

(6)经批准开山填海整治的土地和改造的废弃的土地,从使用的月份起免缴土地使用税5~10年。

(7)由财政部另行免税的能源、交通、水利设施用地和其他用地。

此外,纳税人缴纳土地使用税确有困难,需要定期减免的,由省、自治区、直辖市税务局审核后,报国家税务局批准。

土地使用税由土地所在地的税务机关征收,土地管理机关应当向土地所在地的税务机关提供土地使用权属资料。

我国土地税制正处在不断改革和完善之中,今后的改革要围绕珍惜和合理利用每一寸土地的根本目标,以马克思主义的地租理论为基础,建立以土地收益分配为核心的土地税制体系,有利于根本目标的实现,同时要与土地使用制度改革密切联系,与地籍制度建设相结合,还要与经济体制的改革同步进行。

思 考 题

1. 什么是土地的质量与性状?土地的质量与性状与哪些因素有关?
2. 简述土地等别、土地级别和土地等级评价的含义。
3. 土地性状调查主要包括哪些内容?
4. 城镇土地分等和土地定级有什么区别?关于城镇土地级别数目有何具体规定?
5. 城镇土地分等定级主要有哪些方法?
6. 什么是土地税?土地税收的依据和功能是什么?
7. 试述我国现行的土地税收制度。

第五章 房屋调查

第一节 房屋调查

建筑物、构筑物是土地上的非常重要的附着物，建筑物、构筑物的情况是地籍资料不可缺少的重要组成部分。建筑物、构筑物调查是一项十分细致严肃的工作，同时也是一项准确性、技术性要求都很高的调查工作。建筑物、构筑物情况调查成果资料的好坏将影响地籍内容的准确性，也将直接影响到房地产登记和管理工作。一般情况下，构筑物主要指道路、桥梁、堤坝、水闸等，建筑物主要指房屋。下面主要阐述房屋情况的调查。

一、与房屋有关的名词

(1)假层。是指房屋的最上一层，四周外墙的高度一般低于正式层外墙的高度，内部房间利用部分屋架空间构成的非正式层，其高度大于2.2m的部分，面积不足底层1/2的叫做假层。

(2)气屋。利用房屋的人字屋架下面的空间建成并设有老虎窗的叫做气屋。

(3)夹层和暗楼。建筑设计时，安插在上下两层之间的房屋叫做夹层。房屋建成后，利用室内上部空间添加建成的房间叫做暗楼。

(4)过街楼和吊楼。横跨里巷两边房屋建造的悬空房屋叫做过街楼；一边依附于相邻房屋，另一边有支柱建筑的悬空房屋叫做吊楼。

(5)阳台和挑外廊。房屋建筑的上层，伸出屋外的部分，作为吸收阳光和纳凉使用的叫做阳台或眺台。阳台分为：外(凸)阳台、内(凹)阳台、凸凹阳台，画图时把突出墙面的部位画成虚线。

(6)天井和天棚。房屋内部无盖见天的小块空间叫做天井。天井上有透明顶棚覆盖的叫天棚。

二、房屋调查的内容

按地籍的定义，房屋调查的内容包括五个方面，即房屋的权属、位置、数量、质量和利用状况。

(一)房屋的权属

房屋的权属包括权利人、权属来源、产权性质、产别、墙体归属、房屋权属界线草图。

(1)权利人。房屋权利人是指房屋所有权人的姓名。私人所有的房屋，一般按照产权证件上的姓名登记。若产权人已死亡则注明代理人的姓名；产权共有的，应注明全体共有人姓名；房屋是典当或抵押的，应注明典当或抵押人姓名及典当或抵押情况；产权不清或无主的可直接注明产权不清或无主，并作简要说明；单位所有的房屋，应注明单位全称；两个以上单位共有的，应注明全体共有单位全称。

(2)权属来源。房屋的权源是指产权人取得房屋产权的时间和方式,如继承、购买、受赠、交换、自建、翻建、征用、收购、调拨、价拨、拨用等。

(3)产权性质。房屋产权性质是按照我国社会主义经济三种基本所有制的形式,对房屋产权人占有的房屋进行所有制分类,共划分为全民(全民所有制)、集体(集体所有制)、私有(个体所有制)等三类。外产、中外合资产不进行分类,但应按实际注明。

(4)产别。房屋产别是根据产权占有和管理不同而划分的类别。按两级分类,一级分8类,二级分4类,具体分类标准及编号见表5-1。

表5-1 房屋产别分类标准

一级分类		二级分类		含义
编号	名称	编号	名称	
10	国有房产			指归国家所有的房产。包括由政府接管、国家经租、收购、新建以及国有单位用自筹资金建设或购买的房产
		11	直管产	指由政府接管、国家经租、收购、新建、扩建的房产(房屋所有权已正式划拨给单位的除外),大多数由政府房地产管理部门直接管理、出租、维修,部分免租拨借给单位使用
		12	自管产	指国家划拨给全民所有制单位所有以及全民所有制单位自筹资金购建的房产
		13	军产	指中国人民解放军部队所有的房产。包括由国家划拨的房产、利用军费开支或军队自筹资金购建的房产
20	集体所有房产			指城市集体所有制单位所有的房产,即集体所有制单位投资建设、购买的房产
30	私有房产			指私人所有的房产,包括中国内陆公民、港澳台胞、海外华侨、在华外国华侨、外国人所投资建造、购买的房产,以及中国公民投资的私营企业(私营独资企业、私营合伙企业和私营有限公司)所投资建造、购买的房产
		31	部分产权	指按照房改政策,职工个人以标准价购买的住房,拥有部分产权
40	联营企业房产			指不同所有制性质的单位之间共同组成新的法人型经济实体所投资建造、购买的房产
50	股份制企业房产			指股份制企业所投资建造或购买的房产
60	港、澳、台投资房产			指港、澳、台地区投资者以合资、合作或独资在祖国大陆举办的企业所投资建造或购买的房产
70	涉外房产			指中外合资经营企业、中外合作经营企业和外资企业、外国政府、社会团体、国际性机构所投资建造的购买的房产
80	其他房产			凡不属于以上各类别的房屋,都归在这一类,包括因所有权人不明,由政府房地产管理部门、全民所有制单位、军队代为管理的房屋以及宗教、寺庙等房屋

(5)墙体归属。房屋墙体归属是指四面墙体所有权的归属，一般分三类：自有墙、共有墙、借墙。在房屋调查时应根据实际的墙体归属分别注明。

(6)房屋权属界线示意图。房屋权属界线示意图是以房屋权属单元为单位绘制的略图，表示房屋的相关位置。其内容有房屋权属界线、共有共用房屋权属界线以及与邻户相连墙体的归属、房屋的边长，对有争议的房屋权属界线应标注争议部位，并作相应的记录。

(7)房屋权属登记情况。若房屋原已办理过房屋所有权登记的，在调查表中注明《房屋所有权证》证号。

(二)房屋的位置

房屋的位置包括房屋的坐落、所在层次。

房屋坐落是描述房屋在建筑地段的位置，是指房屋所在街道的名称和门牌号。房屋坐落在小的里弄、胡同或小巷时，应加注附近主要街道名称；缺门牌号时，应借用毗连房屋门牌号并加注东、南、西、北方位；当一幢房屋坐落在两个或两个以上街道或有两个以上门牌号时，应全部注明；单元式的成套住宅，应加注单元号、室号或产号。

所在层次是指权利人的房屋在该幢的第几层。

(三)房屋的质量

房屋的质量包括层数、建筑结构、建成年份。

房屋的层数是指房屋的自然层数，一般按室内地坪以上起计算层数。当采光窗在室外地坪线以上的半地下室，室内层高在2.2m以上的，则计算层数。地下层、假层、夹层、暗楼、装饰性塔楼以及突出层面的楼梯间、水箱间均不计算层数。屋面上添建的不同结构的房屋不计算层数，但仍需测绘平面图且计算建筑面积。

根据房屋的梁、柱、墙及各种构架等主要承重结构的建筑材料确定房屋的结构，房屋结构的分类标准见表5-2。

一幢房屋一般只有一种建筑结构，若房屋中由两种或两种以上建筑结构组成，能分清楚界线的，则分别注明结构，否则以面积较大的结构为准。

表5-2 房屋建筑结构分类标准

类型		内容
编号	名称	
1	钢结构	承重的主要结构是用钢材料建造的，包括悬索结构
2	钢、钢筋混凝土结构	承重的主要结构是用钢、钢筋混凝土建造的。如一幢房屋一部分梁柱采用钢筋混凝土构架建造
3	钢筋混凝土结构	承重的主要结构是用钢筋混凝土建造的，包括薄壳结构、大模板现浇结构及使用滑模、开板等先进施工方法施工的钢筋混凝土结构的建筑物
4	混合结构	承重的主要结构是用钢筋混凝土和砖木建造的。如一幢房屋的梁是用钢筋混凝土制成，以砖墙为承重墙、或者梁是木材制造，柱是用钢筋混凝土建造
5	砖木结构	承重的主要结构是用砖、木材建造的。如一幢房屋是木制房架、砖墙、木柱建造
6	其他结构	凡不属于上述结构的房屋都归此类。如竹结构、砖拱结构、窑洞等

房屋的建成年份是指实际竣工年份。拆除翻建的,应以翻建竣工年份为准。一幢房屋有两种以上建筑年份,应分别调查注明。

(四)房屋的用途

房屋的用途是指房屋目前的实际用途,也就是指房屋现在的使用状况。房屋的用途按两级分类,一级分8类,二级分28类,具体分类标准见表5-3。一幢房屋有两种以上用途的,应分别调查注明。

(五)房屋的数量

房屋的数量包括建筑占地面积、建筑面积、使用面积、共有面积、产权面积、宗地内的总建筑面积(简称总建筑面积)、套内建筑面积等。

(1)建筑占地面积(基底面积)。房屋的建筑占地面积是指房屋底层外墙(柱)外围水平面积,一般与底层房屋建筑面积相同。

表5-3 房屋用途分类

一级分类		二级分类		内容
编号	名称	编号	名称	
10	住宅	11	成套住宅	指由若干卧室、起居室、厨房、卫生间、室内走道或客厅等组成的供一户使用的房屋
		12	非成套住宅	指人们生活起居的但不成套的房屋
		13	集体宿舍	指机关、学校、企事业单位的单身职工、学生居住的房屋。集体宿舍是住宅的一部分
20	工业交通仓储	21	工业	指独立设置的各类工厂、车间、手工作坊、发电厂等从事生产活动的房屋
		22	公用设施	指自来水、泵站、污水处理、变电、燃气、供热、垃圾处理、环卫、公厕、殡葬、消防等市政公用设施的房屋
		23	铁路	指铁路系统从事铁路运输的房屋
		24	民航	指民航系统从事民航运输的房屋
		25	航运	指航运系统从事水路运输的房屋
		26	公交运输	指公路运输公共交通系统从事客货运输、装卸、搬运的房屋
		27	仓储	指用于储备、中转、外贸、供应等各种仓库、油库用房
30	商业金融信息	31	商业服务	指各类商店、门市部、饮食店、粮油店、菜场、理发店、照相馆、浴室、旅社、招待所等从事商业和为居民生活服务的房屋
		32	经营	指各种开发、装饰、中介公司从事经营业务活动所用的场所
		33	旅游	指宾馆饭店、游乐园、俱乐部、旅行社等主要从事旅游服务所用的房屋
		34	金融保险	指银行、储蓄所、信用社、信托公司、证券公司、保险公司等从事金融服务所用的房屋
		35	电信信息	指各种电信部门、信息产业部门,从事电信与信息工作所用的房屋

续表

一级分类		二级分类		内　容
编号	名称	编号	名称	
40	教育医疗卫生科研	41	教育	指大专院校、中等专业学校、中学、小学、幼儿园、托儿所、职业学校、业余学校、干校、党校、进修学校、工读学校、电视大学等从事教育所用的房屋
		42	医疗卫生	指各类医院、门诊部、卫生所(站)、检(防)疫站、保健院(站)、疗养院、医学化验、药品检验等医疗卫生机构从事医疗、保健、防疫、检验所用的房屋
		43	科研	指各类从事自然科学、社会科学等研究设计、开发所用的房屋
50	文化娱乐体育	51	文化	指文化馆、图书馆、展览馆、博物馆、纪念馆等从事文化活动所用的房屋
		52	新闻	指广播电视台、电台、出版社、报社、杂志社、通讯社、记者站等从事新闻出版所用的房屋
		53	娱乐	指影剧院、游乐场、俱乐部、剧团等从事文娱演出所用的房屋
		54	园林绿化	指公园、动物园、植物园、陵园、苗圃、花圃、花园、风景名胜、防护林等所用的房屋
		55	体育	指体育场(馆)、游泳池、射击场、跳伞塔等从事体育所用的房屋
60	公办	61	办公	指党政机关、群众团体、行政事业等单位所用的房屋
70	军事	71	军事	指中国人民解放军军事机关、营房、阵地、基地、机场、码头、工厂、学校等所用的房屋
80	其他	81	涉外	指外国使(领)馆、驻华办事处等涉外机构所用的房屋
		82	宗教	指寺庙、教堂等从事宗教活动所用的房屋
		83	监狱	指监狱、看守所、劳改场(所)等所用的房屋

(2)建筑面积。建筑面积是指房屋外墙(柱)勒脚以上各层的外围水平投影面积,包括阳台、挑廊、地下室、室外楼梯等,有上盖,结构牢固,层高2.20m以上(含2.20m)的永久性建筑。每户(或单位)拥有的建筑面积叫分户建筑面积。平房建筑面积指房屋外墙勒脚以上的墙身外围的水平面积。楼房建筑面积则指各层房屋墙身外围水平面积的总和。

(3)使用面积。使用面积是指房屋户内全部可供使用的空间面积,按房屋的内墙面水平投影计算。包括直接为办公、生产、经营或生活使用的面积和辅助用房如厨房、厕所或卫生间以及壁柜、户内过道、户内楼梯、阳台、地下室、附层(夹层)、2.2m以上(指建筑层高,含2.2m,后同)的阁(暗)楼等面积。

(4)共有面积。共有面积系指各产权主共同拥有的建筑面积。主要包括有:层高超过2.2m的单车库、设备层或技术层、室内外楼梯、楼梯悬挑平台、内外廊、门厅、电梯及机房、门斗、有柱雨篷、突出屋面有围护结构的楼梯间、电梯间及机房、水箱等。

(5)房屋的产权面积。房屋的产权面积是指产权主依法拥有房屋所有权的房屋建筑面积。房屋产权面积由直辖市、市、县房地产行政主管部门登记确权认定。

(6)总建筑面积。总建筑面积等于计算容积率的建筑面积和不计算容积率的建筑面积之和。计算容积率的建筑面积包括使用建筑面积(含结构面积,以下简称使用面积)、分摊的共有面积(以下简称共有面积)和未分摊的共有面积。面积测量计算资料中要明确区分计算容积率的建筑面积和不计算容积率的建筑面积。

(7)成套房屋的建筑面积。成套房屋的套内建筑面积由套内房屋的使用面积、套内墙体面积、套内阳台面积三部分组成。

(8)套内房屋使用面积。套内房屋使用面积为套内房屋使用空间的面积,以水平投影面积按以下规定计算:套内使用面积为套内卧室、起居室、过厅、过道、厨房、卫生间、厕所、储藏室、壁橱、壁柜等空间面积的总和。套内楼梯按自然层数的面积总和计入使用面积。不包括在结构面积内的套内烟囱、通风道、管道井。内墙面装饰厚度计入使用面积。

(9)套内墙体面积。套内墙体面积是套内使用空间周围的围护、承重墙体或其他承重支撑体所占的面积,其中各套之间的分割墙、套与公共建筑空间的分割墙以及外墙(包括山墙)等共有墙,均按水平投影面积的一半计入套内墙体面积。套内自有墙体按水平投影面积全部计入套内墙体面积。

(10)套内阳台建筑面积。套内阳台建筑面积均按阳台外围与房屋墙体之间的水平投影面积计算。其中,封闭的阳台按水平投影全部计算建筑面积,未封闭的阳台按水平投影的一半计算建筑面积。

三、房产要素的编号

(一)房产编号

房产编号全长 17 位,字符型,见表 5-4。编号前第 13 位为该房产/户地所属的宗地的编号。第 14 位为特征码(二值型),以“0”代表房产,以“1”代表户地。第 15、16、17 三位为该房产/户地在所属地块范围内按“弓”形顺序编的房产序号/户地序号。户地指农村居民点的宅基地。

表 5-4 **房产编号**

第 1 ~ 13 位	第 14 位	第 15、16、17 位
宗地 编号(同表 2-1)	(一位数字)房产——“0” 户地——“1”	房产序号(三位数字) 000 ~ 999

(二)房屋及构筑物要素编号

房屋及构筑物编号可依据《房产测量规范》的有关规定进行编制。房屋、构筑物编号全长 9 位,字符型,见表 5-5。第 1、2 位为房屋产别,用两位数字表示到二级分类。第 3 位为房屋结构,用一位数字表示。第 4、5 位为房屋层数,用两位字符表示,1 ~ 99 层用 1 ~ 99 表示,100 层以上(含 100 层)用字母加数字表示,如 100 层用“A0”表示,115 层用“B5”表示,其中 A 代表“10”,B 代表 11,依次类推。第 6、7 位为建成年限,用两位字符表示,取建成年份末两位数。如“85”代表 1985 年建成,对 1999 年以后建成的房屋用字母加数字表示,如“A0”代表 2000 年(1900+100=2000),“C4”代表 2024 年(1900+124=2024),对 1900 年以前建成

的房屋，可在宗地图上特殊注记。第8、9位为房屋用途，用两位数字表示到二级分类。

表5-5 房屋及构筑物编号

第1、2位		第3位		第4、5位		第6、7位		第8、9位	
产 别（两位）		结 构（一位）		层 数（两位）		建成年限（两位）		用 途（两位）	
11	公产	1	钢结构	01	1层	00	1900年	11	住宅
12	代管产	2	钢、钢筋混凝土结构	02	2层	⋮	⋮	12	成套住宅
13	托管产	3	钢筋混凝土结构	⋮	⋮	85	1985年	13	集体宿舍
14	拨用产	4	混合结构	99	99层	⋮	⋮	21	工业
21	全民单位	5	砖木结构	A0	100层	99	1999年	22	共有设施
22	集体单位	6	其他结构	⋮	⋮	A0	2000年	23	铁路
23	军产			A9	109层	⋮	⋮	23	民航
31	私产			B0	110层	A9	2009年	⋮	⋮
41	外产			⋮	⋮	B0	2010年		
42	中外合资产			B9	119层	⋮	⋮		
43	其他产			C0	120层	B9	2019年		
				⋮	⋮	C0	2020年		
				C9	129层	⋮	⋮		
						C9	2029年		

第二节 共有面积的分摊

一、共有面积的含义

共有面积由两部分构成:应分摊的共有面积和不应分摊的共有面积。

应分摊的共有面积主要有室内外楼梯、楼梯悬挑平台、内外廊、门厅、电梯房及机房，多层建筑物中突出屋面结构的楼梯间、有维护结构的水箱等。

不应分摊的共有面积是前项所列之外，建筑报建时未计入容积率的共有面积和有关文件规定不进行分摊的共有面积，包括机动车库、非机动车库、消防避难层、地下室、半地下室、设备用房、梁底标高不高于2m的架空结构转换层和架空作为社会公众休息或交通的场所等。

在房屋面积计算时，对于应分摊的共有面积，如果多个权利人拥有一栋房屋，则要求分户分摊;如果一个权利人拥有一栋房屋，则要求分层分摊，即使用面积按层计算，房屋的共有面积按层分摊。

由于房地产市场交易、抵押贷款等适应社会经济发展的各种经济活动形式的存在，对应分摊共有面积进行分摊时必须符合有关法律、法规的要求，严格按技术规程的要求进行计算。

无论从理论上，还是从实际情况看，自然层数等于或大于2的建筑物，一定有共有面积。

如果在房屋调查报告中无共有面积，则这份报告是不合格的，不能使用。

二、应分摊共有面积的分摊原则

（一）按文件或协议分摊

有面积分割文件或协议的，应按其文件或协议分摊。这种情况一般是对一栋房屋有两个以上权利人而言，在实际情况中并不多见。

（二）按比例分摊

无面积分割文件或协议的，按其使用面积的比例进行分摊，即：

$$各单元应分摊的共有面积 = 分摊系数 K \times 各单元套内建筑面积$$

式中：K=应分摊的共有面积/各单元套内建筑面积之和。

（三）按功能分摊

对有多种不同功能的房屋（如综合楼、商住楼等），共有面积应参照其服务功能进行分摊，具体如下：

（1）对服务于整个建筑物所有使用功能的共有面积应共同分摊，否则按其所服务的建筑功能分别进行分摊。

（2）住宅平面以外，仅服务于住宅的共有面积（电梯房、楼梯间除外）应计入住宅部分进行分摊。住宅平面以外的电梯间、楼梯间，仅服务于住宅部分，但其通过其他建筑功能的楼层，则按住宅部分面积和其他建筑面积的各自比例分配相应的分摊面积。

（3）建筑物报建时计入容积率的其他共有面积均应分摊。

（4）共有面积的分摊除有特殊规定外，一般按所服务的功能进行分摊，分摊时凡属本层的共有面积只在本层分摊，服务于整栋的共有面积整栋分摊，只为某部分建筑物服务的共有部分只在该部分分摊。

另外，建筑物天顶部分的共有面积，如无特别要求，无条件由整栋建筑物分摊。

三、应分摊共有面积的区分及分摊方法

在房屋调查过程中，各式各样的建筑物都有，其共有面积的服务功能区分也比较复杂，正确区分及计算是保证房屋面积测算正确的关键。根据实际情况，不管房屋结构有多复杂，其综合概念图可表示成图5-1和图5-2。

图5-1为一综合概念楼立面图。A为裙楼，B为塔楼，A、B两部分功能不一样，G_i（i=1～5）为应分摊的共有面积，其中G_4为天顶部分，G_5为不通过A部分的共有面积。5个部分的共有面积可以有如下分摊组合：

（1）G_1只服务于A部分，则只在A内分摊。

（2）G_1只服务于B部分，但通过A，则由A、B两部分按比例分摊。

（3）G_2只服务于B部分，但通过A，则由A、B两部分按比例分摊。

（4）G_2同时服务于A、B两部分，则整栋分摊。

（5）G_3只服务于B部分，则只在B部分分摊。

（6）G_4为天顶部分，整栋分摊。

（7）G_5只服务于B部分，但不通过A，则只在B部分分摊。

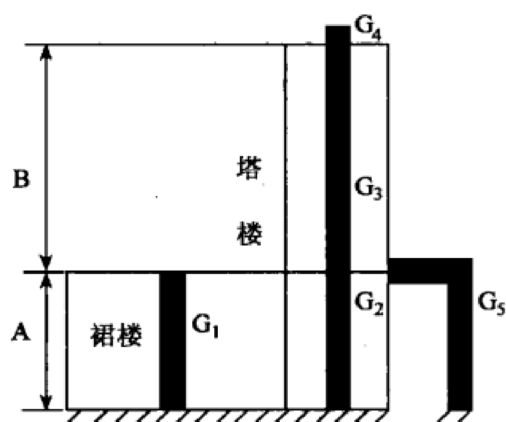


图 5-1　综合概念楼立面图

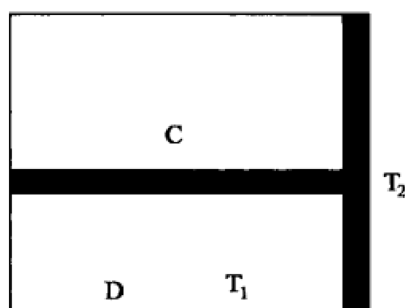


图 5-2　综合概念楼层面图

对于图 5-2，为某栋房屋第 i 层建筑平面示意图，T_2 为在整栋房屋中本层应分得的共有面积。T_1 为本层的共有面积，仅服务于 C、D 两部分，C、D 两部分为本层功能不同或权利人不同的使用面积，而 $C+D+T_1$ 相对于整栋房屋来说又是使用面积。该图中，T_1+T_2 作为本层的共有面积分摊到 C、D 两部分。

以上两图只是一个综合表示，但无论多复杂的共有面积，分摊计算都可由上述说明推出。

四、应分摊共有面积的特点

应分摊共有面积有以下特点：

(1)产权是共有的。应分摊的共有面积，其产权归属应属建筑物内部参与分摊共有面积的所有业主拥有，物业管理部门及用户不得改变其功能或有偿出租(售)。对于不应分摊的共有面积也是如此。

(2)应分摊共有面积的相对性。这一点在前一部分已有具体说明，这里实质上反映了在一栋房屋内拥有共有面积的实际情况。在图 5-2 中，T_2 是整栋房屋的权利人在法律意义上都拥有，数量上归第 i 层所有，而第 i 层的 C、D 权利人同样拥有其他各层的与 T_2 性质相同的共有面积。而 T_1 却不同，它只能是 C、D 两部分的权利人所共同拥有，本栋楼其他权利人是不能拥有的。

(3)各权利人拥有的应分摊共有面积在空间上是无界的。各权利人对共有面积只有拥有数量上的表达，而无空间位置界线的准确表达。

(4)从理论上讲，任何建筑物都有使用面积和共有面积，实际上无共有面积的建筑物是极少的，仅限于只有一层的建筑物。因此，一份房屋调查报告有无共有面积是其是否完整性和规范的重要体现，也是办理房地产交易、抵押等手续时在法律上的要求。

第三节　建筑面积计算*

一、计算全建筑面积的范围

(1)单层建筑物，不论其高度如何，均按一层计算，其建筑面积按建筑物外墙勒脚以上

的外围水平面积计算，单层建筑物内如带有部分楼层，亦应计算建筑面积。

(2)高低联跨的单层建筑物，如需分别计算建筑面积，高跨为边跨时，其建筑面积按勒脚以上两端山墙外表面间的水平长度，乘以勒脚以上外墙表面至高跨中柱外边线的水平宽度计算；当高跨为中跨时，其建筑面积按勒脚以上两端山墙外表面间的水平长度，乘以中柱外边线的水平宽度计算。

(3)多层建筑物的建筑面积按各层建筑面积总和计算，其第一层按建筑物外墙勒脚以上外围水平面积计算，第二层及第二层以上按外墙外围水平面积计算。

(4)地下室、半地下室、地下车间、仓库、商店、地下指挥部等及相应出入口的建筑面积，按其上口外墙(不包括采光井、防潮层及其保护墙)外围的水平面积计算。

(5)坡地建筑物利用吊脚做架空层加以利用且层高超过 2.2m 的，按围护结构外围水平面积计算建筑面积。

(6)穿过建筑物的通道，建筑物内的门厅、大厅，不论其高度如何，均按一层计算建筑面积。门厅、大厅内回廊部分按其水平投影面积计算建筑面积。

(7)图书馆的书库按书架层计算建筑面积。

(8)电梯井、提物井、垃圾道、管道井、烟道等均按建筑物自然层计算建筑面积。

(9)舞台灯光控制室按围护结构外围水平面积乘以实际层数计算建筑面积。

(10)建筑物内的技术层或设备层，层高超过 2.2m 的，应按一层计算建筑面积。

(11)突出屋面的有围护结构的楼梯间、水箱间、电梯、机房等按围护结构外围水平面积计算建筑面积。

(12)突出墙外的门斗按围护结构外围水平面积计算建筑面积。

(13)跨越其他建筑物的高架单层建筑物，按其水平投影面积计算建筑面积。

二、计算一半建筑面积的范围

(1)用深基础做地下室架空加以利用，层高超过 2.2m 的，按架空层外围的水平面积的一半计算建筑面积。

(2)有柱雨篷按柱外围水平面积计算建筑面积；独立柱的雨篷按顶盖的水平投影面积的一半计算建筑面积。

(3)有柱的车棚、货棚、站台等按柱外围水平面积计算建筑面积；单排柱、独立柱的车棚、货棚、站台等按顶盖的水平投影面积的一半计算建筑面积。

(4)封闭式阳台、挑廊，按其水平面积计算建筑面积。凹阳台、挑阳台，有柱阳台按其水平投影面积的一半计算建筑面积。

(5)建筑物墙外有顶盖和柱的走廊、檐廊按其投影面积的一半计算建筑面积。

(6)两个建筑物间有顶盖和柱的架空通廊，按通廊的投影面积计算建筑面积。无顶盖的架空通廊按其投影面积的一半计算建筑面积。

(7)室外楼梯作为主要通道和用于疏散的均按每层水平投影面积计算建筑面积；楼内有楼梯室外楼梯按其水平投影面积的一半计算建筑面积。

三、不计算建筑面积的范围

(1)突出墙面的构件配件和艺术装饰,如柱、垛、勒脚、台阶、挑檐、庭园、无柱雨篷,悬挑窗台等。

(2)检修、消防等用的室外爬梯。

(3)层高在2.2m以内的技术层。

(4)没有围护结构的屋顶水箱,建筑物上无顶盖的平台(露台)。舞台及后台悬挂幕布、布景的天桥、挑台。

(5)建筑物内外的操作平台、上料平台,及利用建筑物的空间安置箱罐的平台。

(6)构筑物,如独立烟囱、烟道、油罐、贮油(水)池、贮仓、园库、地下人防干线及支线等:

(7)单层建筑物内分隔的操作间、控制室、仪表间等单层房间。

(8)层高小于2.2m的深基础地下架空层、坡地建筑物吊脚、架空层。

(9)建筑层高2.2m及以下的均不计算建筑面积。

第四节　房屋调查的技术要求

在现场调查中要在草图中记上门牌号、街坊名称、业主(单位)名称、四至业主名称、幢号、房屋结构、层数,并注明界墙归属、门窗装修等情况。非城市住宅区中毗连成片的私人住宅房,应调查其四墙归属,并按四墙归属丈量其建筑面积。

在房屋面积统一调查之前,已签订《购房合同书》,或已办了《房屋所有权证》的,按原合同或房屋证的面积为准。

在地籍调查过程中,已有资料中有建筑面积,要清楚查实建筑面积的来源。如原数据是未按技术要求调查计算而得,是采用框算数据、自报数据的,要重新调查,把建筑面积更新为准确数据。

建筑面积调查采用钢卷尺实地量算法。丈量用的钢卷尺需进行检校,检核合格后方能使用。遇到房屋现状变化,应先画草图,将房屋的平面图和边长尺寸等记载在草图上。丈量边长读数取至厘米。边长要进行两次丈量,两次丈量结果较差应符合下式规定:$\Delta D \leq 0.04 \times D$,单位为cm。$D$的单位为m。

房屋面积测算的中误差M_P按下式计算:

$$M_P = \pm(0.04\sqrt{P} + 0.003P)$$

式中:P——房屋面积,单位为m^2。

房屋建筑面积测算的最大误差为两倍中误差。房屋建筑面积使用的单位为m^2,面积数值取位至$0.1m^2$。房屋建筑面积调查后应绘制房屋调查图。

房屋调查表如表5-6所示。

表 5-6 **房屋调查表**

市区名称或代码________房产区号______房产分区号______丘号_____序号______

<table>
<tr><td>坐落</td><td colspan="9">区（县）　　街道（镇）　　胡同（街巷）号</td><td colspan="2">邮政编码</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>产权主</td><td colspan="7"></td><td>住址</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>用途</td><td colspan="7"></td><td colspan="2"></td><td>产别</td><td colspan="4"></td><td>电话</td></tr>
<tr><td rowspan="7">房屋状况</td><td rowspan="2">幢号</td><td rowspan="2">权号</td><td rowspan="2">户号</td><td rowspan="2">总层数</td><td rowspan="2">所在层次</td><td rowspan="2">建筑结构</td><td rowspan="2">建成年份</td><td rowspan="2">占地面积 /m²</td><td rowspan="2">使用面积 /m²</td><td rowspan="2">建筑面积 /m²</td><td colspan="4">墙体归属</td><td rowspan="2">产权来源</td></tr>
<tr><td>东</td><td>南</td><td>西</td><td>北</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">房屋权属界线示意图</td><td rowspan="2" colspan="13"></td><td>附加说明</td><td></td></tr>
<tr><td>调查意见</td><td></td></tr>
</table>

调查者：　　　　年　　月　　日

思 考 题

1. 试述房屋调查的主要内容。

2. 房屋的数量包括哪些？试比较解析建筑占地面积、建筑面积、使用面积、共有面积、产权面积、总建筑面积、套内建筑面积。

3. 什么是共有面积？应分摊共有面积的分摊原则是什么？

4. 应分摊的共有面积的特点是什么？

5. 关于建筑面积的计算有哪些具体规定？

6. 房产调查有哪些技术要求？

第六章　地籍控制测量

第一节　概　　述

本章主要对地籍控制测量的原则、精度要求、采用的坐标系等进行说明，而对地籍控制测量的方法只作一般介绍，有关此部分的详情请参阅有关书籍。

地籍控制测量是根据界址点和地籍图的精度要求，视测区范围的大小、测区内现存控制点数量和等级等情况，按测量的基本原则和精度要求进行技术设计、选点、埋石、野外观测、数据处理等测量工作。

地形控制网点一般只用于测绘地形图，而地籍控制网点不但要满足测绘地籍图的需要，还要以厘米级的精度（城镇）用于土地权属界址点坐标的测定和满足地籍变更测量的需求。因此，地籍控制测量除具有一般地形控制测量的特点之外，在质和量上又有别于地形控制测量。

一、地籍控制测量的原则

地籍控制点是进行地籍测量和测绘地籍图的依据。地籍控制测量必须遵循从整体到局部、由高级到低级分级控制（或越级布网）的原则。

地籍控制测量分为地籍基本控制测量和地籍图根控制测量两种。地籍基本控制测量可采用三角网（锁）、测边网、导线网和 GPS 相对定位测量网进行施测，施测的地籍基本控制网点分为一、二、三、四等和一、二级。精度高的网点可作精度低的控制网的起算点。在等级地籍基本控制测量的基础上，地籍图根控制测量主要采用导线网和 GPS 相对定位测量网施测，施测的地籍图根控制网点分为一、二级。

二、地籍控制测量的精度

地籍控制测量的精度是以界址点的精度和地籍图的精度为依据而制定的。根据不同的施测方法，各等级地籍基本控制网点的主要技术指标见表 6-1 ~ 表 6-5。

地籍图根控制点的精度与地籍图的比例尺无关。地形图根控制点的精度一般用地形图的比例尺精度来要求（地形图根控制点的最弱点相对于起算点的点位中误差为 0.1mm×比例尺 M）。界址点坐标精度通常以实地具体的数值来标定，而与地籍图的比例尺精度无关。一般情况下，界址点坐标精度要等于或高于其地籍图的比例尺精度，如果地籍图根控制点的精度能满足界址点坐标精度的要求，则也能满足测绘地籍图的精度要求。

（1）各等级三角网的主要技术规定见表 6-1。

表 6-1　　各等级三角网的主要技术规定

等级	平均边长/km	测角中误差/(″)	起始边相对中误差	导线全长相对闭合差	水平角观测测回数			方位角闭合差/(″)
					DJ_1	DJ_2	DJ_3	
二等	9	±1.0	1/300 000	1/120 000	12			±3.5
三等	5	±1.8	1/200 000(首级) 1/120 000(加密)	1/80 000	6	9		±7.0
四等	2	±2.5	1/120 000(首级) 1/80 000(加密)	1/45 000	4	6		±9.0
一级	0.5	±5.0	1/80 000(首级) 1/45 000(加密)	1/27 000		2	6	±15.0
二级	0.2	±10.0	1/27 000	1/14 000		1	3	±30.0

(2)各等级三边网主要技术规定见表 6-2。

表 6-2　　各等级三边网主要技术规定

等级	平均边长/km	测距相对中误差	测距中误差/mm	测距仪等级	测距测回数	
					往	返
二等	9	1/300 000	±30	Ⅰ	4	4
三等	5	1/100 000	±30	Ⅰ、Ⅱ	4	4
四等	2	1/120 000	±16	Ⅰ Ⅱ	2 4	2 4
一级	0.5	1/33 000	±15	Ⅱ	2	2
二级	0.2	1/17 000	±12	Ⅱ	2	2

(3)各等级测距导线主要技术规定见表 6-3。

表 6-3　　各等级测距导线主要技术规定

等级	平均边长/km	附合导线长度/km	测距中误差/mm	测角中误差/(″)	导线全长相对闭合差	水平角观测测回数			方位角闭合差/(″)
						DJ_1	DJ_2	DJ_3	
三等	3.0	15.0	±18	±1.5	1/60 000	8	12		$\pm 3\sqrt{n}$
四等	1.6	10.0	±18	±2.5	1/40 000	4	6		$\pm 5\sqrt{n}$
一级	0.3	3.6	±15	±5.0	1/14 000		2	6	$\pm 10\sqrt{n}$
二级	0.2	2.4	±12	±8.0	1/10 000		1	3	$\pm 16\sqrt{n}$

注:n 为导线转折角个数。当导线布设网状,结点与结点、结点与起始点间的导线长度不超过表中的附合导线长度的 0.7 倍。

(4)各等级 GPS 相对定位测量的主要技术规定见表 6-4 和表 6-5。

表 6-4　　各等级 GPS 相对定位测量的主要技术规定(1)

等级	平均边长 D/km	GPS 接收机性能	测量	接收机标称精度优于	同步观测接收机数量
二等	9	双频(或单频)	载波相位	$10mm+2\times10^{-6}$	≥2
三等	5	双频(或单频)	载波相位	$10mm+3\times10^{-6}$	≥2
四等	2	双频(或单频)	载波相位	$10mm+3\times10^{-6}$	≥2
一级	0.5	双频(或单频)	载波相位	$10mm+3\times10^{-6}$	≥2
二级	0.2	双频(或单频)	载波相位	$10mm+3\times10^{-6}$	≥2

表 6-5　　各等级 GPS 相对定位测量的主要技术规定(2)

项　目	等　级				
	二等	三等	四等	一级	二级
卫星高度角	≥15°	≥15°	≥15°	≥15°	≥15°
有效观测卫星数	≥6	≥4	≥4	≥3	≥3
时段中任一卫星有效观测时间/min	≥20	≥15	≥15		
观测时间段	≥2	≥2	≥2		
观测时段长度/min	≥90	≥60	≥60		
数据采样间隔	15～60	15～60	15～60		
卫星观测值象限分布	3 或 1	2～4	2～4	2～4	2～4
点位几何图形强度因子/PDOP	≤8	≤10	≤10	≤10	≤10

三、地籍控制点埋石的密度

地籍测量工作,不仅要测绘地籍图和界址点坐标,而且要频繁地对地籍资料进行变更。因此,地籍控制点的密度与测区的大小、测区内的界址点总数和要求的界址点精度有关,地籍控制点最小密度应符合《城市测量规范》的要求。但是,地籍控制点的密度与测图比例尺无直接关系,这是因为在一个区域内,界址点的总数、要求的精度和测图比例尺都是固定的,必须优先考虑要有足够的地籍控制点来满足界址点测量的要求,再考虑测图比例尺所要求的控制点密度。地籍控制点埋石的密度同样遵循以上原则。

为满足日常地籍管理的需要,在城镇地区,应对一、二级地籍控制点全部埋石。在通常情况下,地籍控制网点的密度为:

(1)城镇建城区:100～200m 布设二级地籍控制。

(2)城镇稀疏建筑区:200～400m 布设二级地籍控制。

(3)城镇郊区:400～500m 布设一级地籍控制。

在旧城居民区,内巷道错综复杂,建筑物多而乱,界址点非常多,在这种情况下应适当地增加控制点和埋石的密度和数目,才能满足地籍测量的需求。

四、地籍控制点点之记和控制网略图

地籍控制点若需要作为永久性保存的就必须在地上埋设标石(或标志)。基本控制点的标石往往埋设在地表之下(称暗标石)而不易被发现。一、二级地籍控制点的标石的大部分被埋设在地表之下,在地表的上面仅留有很少一点(约 2cm 高)。为了今后应用控制点寻找方便,必须在实地选点埋石后,对每一控制点填绘一份点之记。所谓点之记,一般来说,就是用图示和文字描述控制点位与四周地形和地物之间的相互关系,以及点位所处的地理位置的文件(见表 6-6)。该文件属上交资料。

表 6-6　　控制点点之记

点名	余山	等级	四等	标志类型	水泥现浇瓷质标志
点号	4			觇标类型	钢质寻常标
所在地	东乡县东坊镇南面幸福村			交通路线	由本县开往铜县长途汽车路往幸福村
与本点有关的方向和距离				点位略图	
2王坑 5李庄 余山4 8东山 6黄家店				幸福村 余山 100m 1:25 000	
有关问题说明	本点在旧有点位上重选重埋				

为了更好地了解整个测区地籍控制网点分布情况,检查控制网布网的合理性和控制点分布等情况,必须绘制测区控制网略图。控制网略图就是在一张标准计算用纸(方格纸)上,选择适当的比例尺(能将整个测区画在其内为原则),按控制点的坐标值直接展绘纸上,然后用不同颜色或不同线型的线条画出各等级的网形。控制网略图要做到随测随绘,也就是当完成某一等级控制测量工作后,立即按点的坐标展出,再用相应的线条连接,这样不断地充实完成。地籍控制测量工作完成,控制网略图也相应地完成。

地籍控制网略图是上交资料之一,无论测区大小都要做好这项工作。地籍控制网略图见图 6-1。

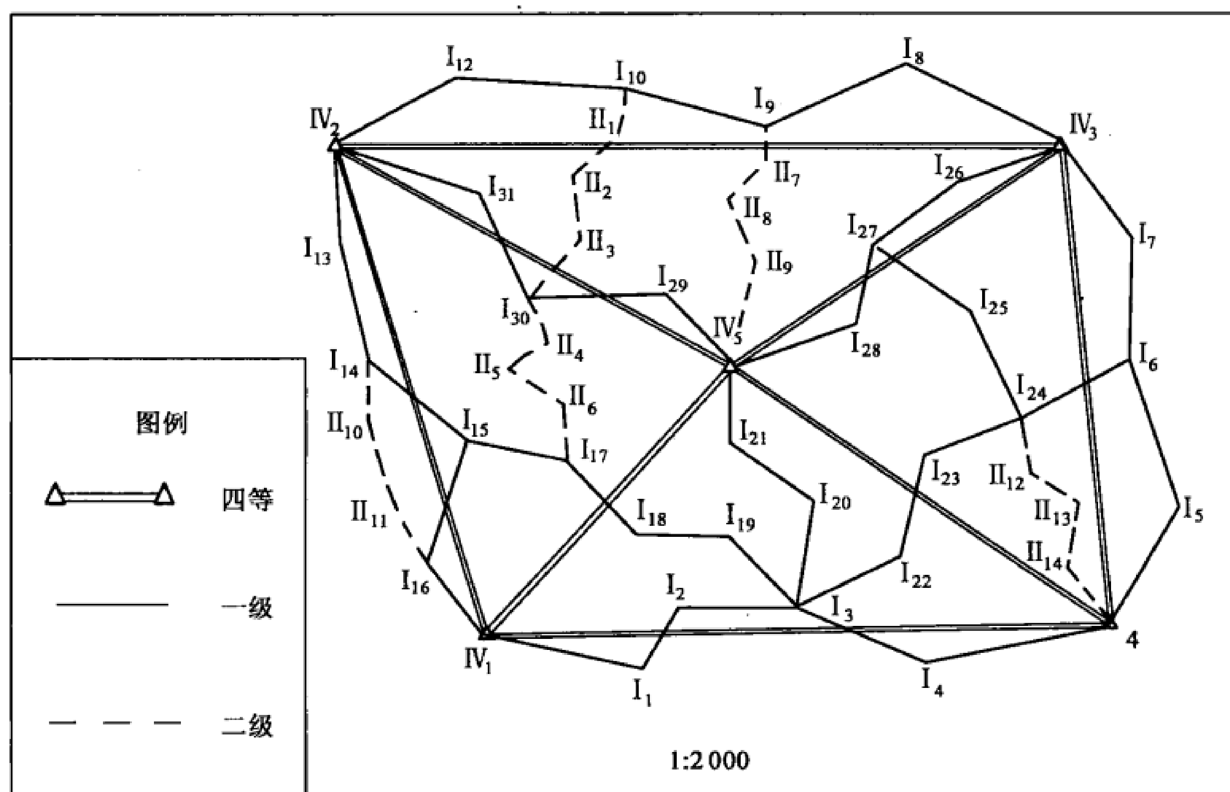


图 6-1 地籍控制网略图

第二节 地籍测量坐标系

凡是用来确定地面点的位置和空间目标的位置所采用的参考系都称为坐标系。由于使用目的不同，所选用的坐标系也不同。与地籍测量密切相关的坐标系有大地坐标系（俗称地理坐标系）、平面直角坐标系和高程系。

一、大地坐标系

大地坐标系是以参考椭球面为基准的，其两个参考面为：一个是通过英国格林尼治天文台与椭球短轴（即旋转轴）所作的平面（即子午面），称为起始子午面（如图 6-2 中的 P_1GP_2 平面），它与椭球表面的交线称为子午线；另一个是过椭球中心 O 与短轴相垂直的平面，即 Q_1EQ_2 平面，称为赤道平面。

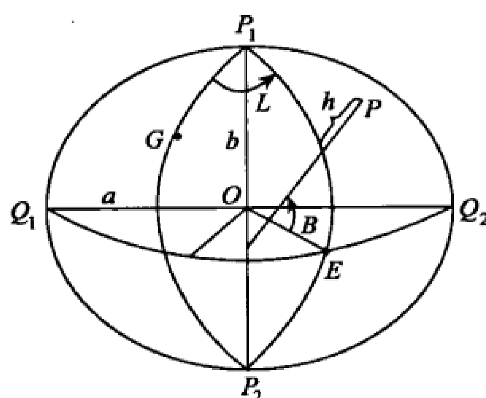


图 6-2 大地坐标系

过地面点 P 的子午面与起始子午面之间的夹角，称为大地经度，用 L 表示，并规定以起始子午面为起算，向东量取为东经（正号），由 0° ~ +180°；向西量取为西经（负号），由 0° ~ −180°。

地面点 P 的法线（过 P 点与椭球面相垂直的直

线）与赤道平面的交角，称为大地纬度，用 B 表示，并规定以赤道平面为起算，向北量取为北纬（正号），由 0° ~ +90°；向南量取为南纬（负号），由 0° ~ −90°。

地面点 P 沿法线方向至椭球面的距离，称为大地高，用 h 表示。

例如 $P(L,B)$ 表示地面点 P 在椭球上投影点的位置，而 $P(L,B,h)$ 则表示地面点 P 在空间的位置。

二、高斯平面直角坐标系

将旋转椭球当做地球的形体，球面上点的位置可用大地坐标（L,B）来表示。球面是不可能没有任何形变而展开成平面的，而在地籍测量中，如地籍图，往往需要用平面表示，因此就存在如何将球面上的点转换到平面上去的问题。解决的方法就是通过地图投影方法将球面上的点投影到平面上。地图投影的种类很多，地籍测量主要选用高斯-克吕格投影（简称高斯投影），以高斯投影为基础建立的平面直角坐标系称为高斯平面直角坐标系。

（一）高斯平面直角坐标系的原理

高斯投影就是运用数学法则，将球面上点的坐标（L,B）与平面上坐标（X,Y）之间建立起一一对应的函数关系，即

$$\begin{aligned} X &= f_1(L,B) \\ Y &= f_2(L,B) \end{aligned} \qquad (6\text{-}1)$$

从几何概念来看，高斯投影是一个横切椭圆柱投影。将一个椭圆柱横套在椭球外面（如图 6-3 所示），使椭圆柱的中心轴线 QQ_1 通过椭球中心 O，并位于赤道平面上，同时与椭球的短轴（旋转轴）相垂直，而且椭圆柱与球面上一条子午线相切。这条相切的子午线称中央子午线（或称轴子午线）。过极点 N（或 S）沿着椭圆柱的母线切开便是高斯投影平面（见图 6-4）。中央子午线和赤道的投影是两条互相垂直的直线，分别为纵轴（X 轴）和横轴（Y 轴），于是就建立起高斯平面直角坐标系。其余的经线和纬线的投影均是以 X 轴和 Y 轴为对称轴的对称曲线。

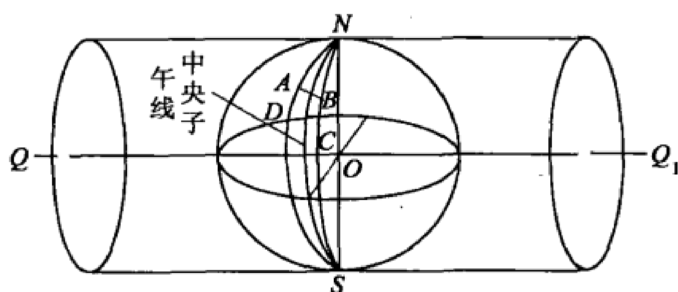


图 6-3　横切椭圆柱投影图

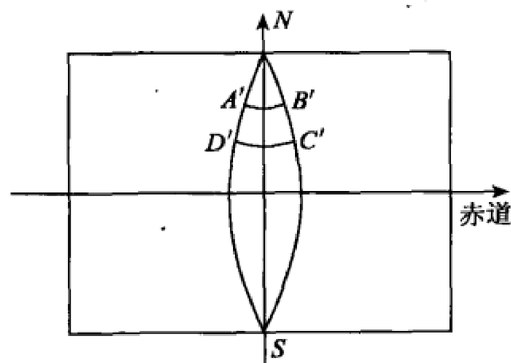


图 6-4　高斯投影平面

（二）高斯投影带的划分

高斯投影属等角（或保角）投影，即投影前、后的角度大小保持不变，但线段长度（除中央子午线外）和图形面积均会产生变形，离中央子午线愈远，则变形愈大。变形过大将会使地籍图发生“失真”，因而失去地籍图的应用价值。为了避免上述情况的产生，有必要把投影后的变形限制在某一允许范围之内。常采用的解决方法就是分带投影，即把投影范围限制在中央子午线两旁的狭窄区域内，其宽度为 6°、3°或 1.5°。该区域即被称为投影带。如

果测区边缘超过该区域，就使用另一投影带。

国际上统一分带的方法是：自起始子午线起向东每隔 6°分为一带，称为 6°带，按 1，2，3，…顺序编号（即带号）。各带中央子午线的经度 $L°$按下式计算：$L° = 6 \times N - 3$，式中 N 为带号。

经差每 3°分为一带，称为 3°带。它是在 6°带基础上划分的，就是 6°带的中央子午线和边缘子午线均为 3°带的中央子午线。3°带的带号是自东经 1.5 起，每隔 3°按 1，2，3，…顺序编号，各带中央子午线的经度 $L°$与带号 n 的关系式为：$L° = 3 \times n$。

若某城镇地处两相邻带的边缘时，也可取城镇中央子午线为中央子午线，建立任意投影带，这样可避免一个城镇横跨两个带，同时也可减少长度变形的影响。

每一投影带均有自己的中央子午线、坐标轴和坐标原点，形成独立但又相同的坐标系统。为了确定点的唯一位置并保证 Y 值始终为正，则规定在点的 Y 值（自然值）加上 500km，再在它的前面加写带号。例如某控制点的坐标（6°带）为 $X = 47\ 156\ 324.536$ m，$Y = 21\ 617\ 352.364$m，根据上述规定可以判断该点位于第 21 带，Y 值的自然值是 117 352.364m，为正数，该点位于 X 轴的东侧。

分带投影是为了限制线段投影变形的程度，但却带来了投影后带与带之间不连续的缺陷，如图6-5所示。同一条公共边缘子午线在相邻两投影带的投影则向相反方向弯曲，于

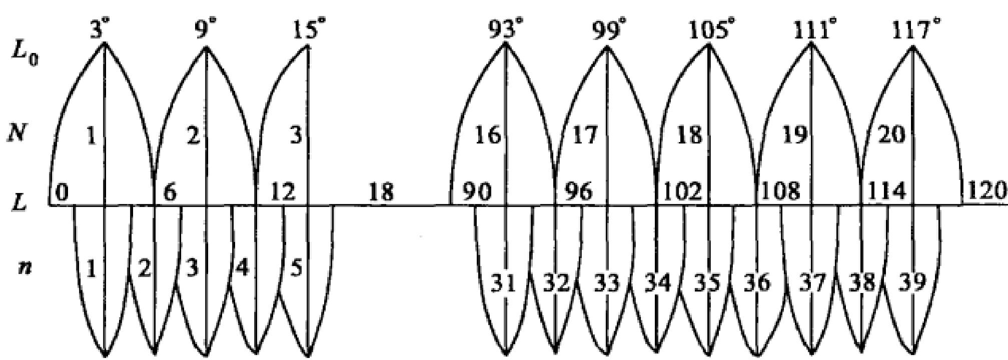


图 6-5 投影带的划分

是，位于边缘子午线附近的分属两带的地籍图就拼接不起来。为了弥补这一缺陷，则规定在相邻带拼接处要有一定宽度的重叠（见图 6-6）。重叠部分以带的中央子午线为准，每带向东加宽经差 30′，向西加宽经差 7.5′。相邻两带就是经差为 37.5′宽度的重叠部分。

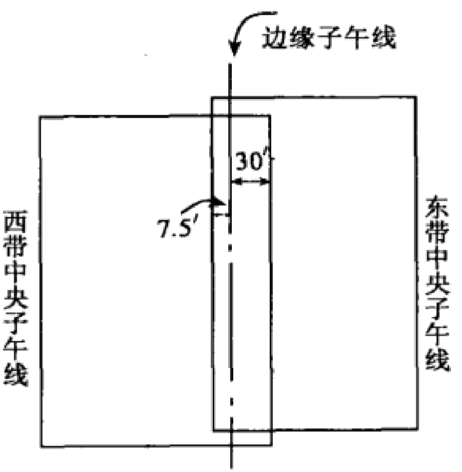


图 6-6 相邻两带的拼接

位于重叠部分的控制点应具有两套坐标值，分属东带和西带，地籍图、地形图上也应有两套坐标格网线，分属东、西两带。这样，在地籍图、地形图的拼接和使用，控制点的互相利用以及跨带平差计算等方面都很方便。

（三）高斯投影长度变形

地面上有两点 A、B，已知它们的平面直角坐标分别为 $A(X_A, Y_A)$、$B(X_B, Y_B)$，则可由式（6-2）计算出 AB 间

的距离：

$$S=\sqrt{(X_B-X_A)^2+(Y_B-Y_A)^2} \tag{6-2}$$

S 仅表示在高斯投影平面上两点间的距离。若用测量工具（如钢尺、测距仪器等）在地面直接测量这两点的水平距离 S_1，是不会与 S 相等的，它们之间的差值就是由长度变形所引起的。

测量工作总是把直接测得的边长首先归算到参考椭球面上，然后再投影到高斯投影平面上去，无论是归算还是投影过程总要产生变形。这种变形有时达到不能允许的程度，特别是在进行大比例尺的地籍图测绘工作时，必须考虑这一问题。

假如某两点平均高程为 H_m，平均水平距离为 S_m，归算到参考椭球面所产生的变形大小用式(6-3)计算：

$$\Delta S=-\frac{H_m}{R}S_m+\frac{H_m^2}{R^2}S_m+\frac{S_0^2}{24R^2} \tag{6-3}$$

式中：$H_m=(H_A+H_B)/2$；

H_A、H_B——A、B 两点的高程；

R——平均曲率半径；

S_0——两点投影到参考椭球面上的弦长。

式(6-3)右端前两项是当地面距参考椭球面有一定的高度（即 $H_m\neq0$）时产生的变形。H_m 越大，变形也越大，所以在高原地区进行测量工作要特别重视这种变形的影响。右端第三项是由地球曲率所引起的。例如，某两点平均高程为 $H_m=500\text{m}$，平均水平距离为 $S_m=1\ 000\text{m}$，按式(6-3)计算得：

$$\Delta S=-78.5\text{mm}+0.006\text{mm}+0.001\text{mm}\approx-78.5\text{mm}$$

参考椭球面上的长度投影到高斯平面上所产生的变形，用式(6-4)计算：

$$\Delta S=\frac{1}{2}\left(\frac{Y_m}{R}\right)^2\times S \tag{6-4}$$

式中：Y_m——两点的横坐标（自然值）的平均值；

R——平均曲率半径；

S——两点（长度）归算到参考椭球面上的长度。

由式(6-4)可知，线段离中央子午线愈远（即 Y_m 愈大），所产生的变形愈大。

例如，已知 A、B 两点在参考椭球面上的长度 $S=1\ 000\text{m}$，$Y_A=75\ 124.5\text{m}$，$Y_B=75\ 523.4\text{m}$，两点的平均纬度 $B_m=31°14'$，将它投影到高斯投影平面上所产生的变形，按式(6-4)计算得：$\Delta S=+70\text{mm}$。

为减少因长度变形而引起的误差，一般采用如下方法：若因测区地面平均高程引起的变形大于 2.5cm/km 时，则采用测区平均高程面作为归算面以减少变形，这是因为 H_m 值变得很小，由式(6-4)可知，ΔS 必然也很小。若因测区偏离中央子午线而引起的投影变形大于 2.5cm/km 时，则应选择测区中央的某一子午线为投影带的中央子午线，带宽为 3°，由此建立的投影带称为任意投影带。

（四）平面坐标转换

坐标转换是指某点位置由一坐标系的坐标转换成另一坐标系的坐标的换算工作，也称为换带计算。它包括 6°带与 6°带之间、3°带与 3°带之间、3°带与 6°带之间以及 3°(6°)与任

意投影带之间的坐标转换。

坐标转换计算(也称换带计算)利用高斯正、反算公式(即高斯投影函数式)进行。具体做法是:先根据点的坐标值(X,Y),用投影反算公式计算出该点的大地坐标值(L,B),再应用投影正算公式换算成另一投影带的坐标值(X',Y')。

三、高程基准

在通常的情况下,地籍测量的地籍要素是以二维坐标表示的,不必测量高程。但地籍测量规程中规定,在某些情况下,土地管理部门可以根据本地实际情况,有时要求在平坦地区测绘一定密度的高程注记点,或者要求在丘陵地区和山区的城镇地籍图上表示等高线,以便使地籍成果更好地为经济建设服务。

高程基准使用的是 1956 年黄海高程系,它以黄海平均海水面为高程起算面,起算点高程为 $H_0=72.289\text{m}$。1987 年 6 月 25 日,我国测绘主管部门发布通知,决定启用"1985 国家高程基准",仍然以黄海平均海水面为高程起算面,起算点高程为 $H_0=72.260\text{m}$。

四、地籍测量平面坐标系的选择

(一)北京坐标系

国家花费大量的人力、物力、财力及几十年的努力,建立起了北京坐标系和全国大地控制网点,应尽可能利用,以便与国家坐标系成为一整体。使用国家统一坐标系有如下优点:

(1)有利于地籍成果的通用性,便于成果共享,使地籍测量不仅能为地籍管理奠定基础,而且能为城市规划、工程设计、土地整理、管道建设等多种用途提供服务。如果坐标系不统一,则降低了它的品位和应用价值。

(2)统一坐标系有利于图幅正规分幅、图幅拼接、接合、使用和各种比例尺图幅的编绘。

(3)有利于土地、规划、房地产等各部门之间的合作,这将加快地籍测量的进度,提高效益和节省经费。

综上所述,在一般情况下,城镇地籍测量和土地资源调查应使用北京坐标系,农村地区地籍测量精度要求较低,则可在现有的国家各等级的大地控制网点的基础上加密地籍控制网点。

(二)城市坐标系

在城镇地区,应尽可能利用已有的城市坐标系和城市控制网点来建立当地的地籍控制网点。这些控制网点一般都与国家控制网进行了联测,并且有坐标变换参数。

在一些小城镇可能没有控制网点,则应以投影变形值小于 2.5cm/km 为原则,建立坐标系和控制网点,并与国家网联测。面积小于 25km^2 的城镇,可不经投影直接建立平面直角坐标系,并与国家网联测。如果不具备与国家控制网点的联测条件,则可以用下面三种方法来建立独立坐标系:

(1)用国家控制网中的某一点坐标作为原点坐标,某边的坐标方位角作为起始方位角。

(2)从中、小比例尺地形图上用图解方法量取国家控制网中一点的坐标或一明显地物

点的坐标作为原点坐标，量取某边的坐标方位角作为起始方位角。

(3)假设原点的坐标和一边的坐标方位角为起始方位角。

(三)任意投影带独立坐标系

当测区(城、镇)地处投影带的边缘或横跨两带时，那么长度投影变形一定较大，或测区内存在两套坐标，这将给使用造成麻烦，这时应该选择测区中央某一子午线作为投影带的中央子午线，由此建立任意投影带独立坐标系。这既可使长度投影变形小，又可使整个测区处于同一坐标系内，这无论对提高地籍图的精度还是拼接以及使用都是有利的。

(四)独立平面直角坐标系

在不具备经济实力的条件下，而又要快速完成本地区的地籍调查和测量工作，可考虑建立独立平面坐标系，建立方法如下：

1. 起始点坐标的确定

(1)在图上量取起始点平面坐标。先准备一张1∶1万(或1∶2.5万)的地形图，在图上标绘出所要进行地籍测量的区域。在此区域内选择一适当的特征点，例如主要道路交叉点、或某一固定地物作为起始待定点，然后对实地进行勘察，认为可行后，做好长期保存的标志，并给予编号。回到室内后，在地形图上量取该点的纵横坐标作为首级控制网的起始点坐标。

(2)假定坐标法。如果在地籍测量区域搜集正规分幅的地形图有困难，也可直接假定起始点坐标。例如，计划施测九峰乡全乡宅基地地籍图，以便核发土地使用证，经研究确定采用独立坐标系。在实地踏勘后，认为该区域西南角之水塔作为坐标起始点较为合适，并令它的坐标值为$x=1\ 000.00$，$y=2\ 000.00$。数值是任意假定的，但必须注意，用它发展该地区的控制点和界址点，应不使其坐标出现负值。

(3)采用交会或插点的方法确定原点坐标。在施测农村居民地地籍图中，一般使用岛图形式，并不要求大面积拼接。因此，当本地无起始点，而在几公里范围内找得到大地点时，可采用交会或插点的方法确定一点的坐标，做好固定标志后，用它作为该地独立坐标系的起始点，这样既经济又简便。

2. 起始方位角的确定

由坐标计算基本原理知，当假定了一点的坐标后，例如图6-7中的A点(水塔)，还必须有一个起始方位角和一条起始边，方能发展新点，进行局部控制测量。起始边长用红外测距仪测距或钢尺量距(具体方法见测量学方面的教材)，而方位角可由以下几种方法确定：

(1)量算方位角。在准备好的地形图上标出起始点和第一个未知点，例如图6-7中的A点(水塔)和B点(乡政府楼上)，用直线连接两点，过A点作坐标纵线，将透明量角器置于其上，测出其夹角α_{AB}即可。

(2)磁方位角计算法。在起始点A设置带有管状罗针的经纬仪(或罗盘仪)，按有关测量学教材的方法测出磁北M至B点的磁方位角m，然后按下式计算出方位角α：

$$\alpha = m + \delta - \gamma - \Delta\gamma \tag{6-5}$$

式中：δ——磁偏角，可从地磁偏角等线图上查取；

γ——子午线收敛角，可用该地的经纬度计算；

$\Delta\gamma$——罗针改正数，用作业罗针与标准罗针比较而得，当定向角的精度要求不高或罗针磁性较强时可省略此项。

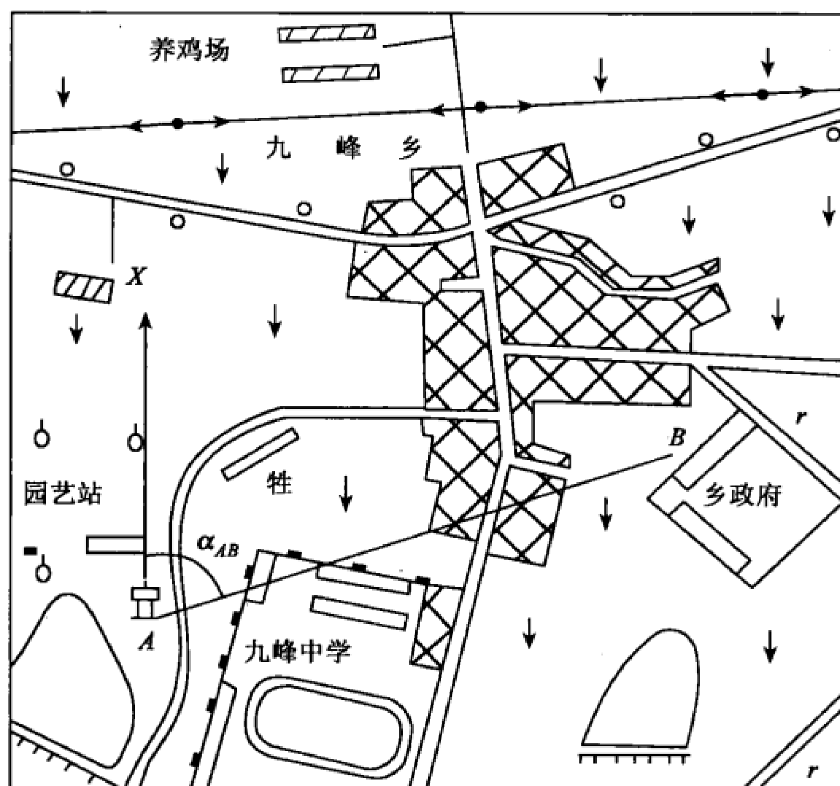


图 6-7 独立坐标系的建立

第三节 地籍控制测量的基本方法

一、利用 GPS 定位技术布测城镇地籍基本控制网

在一些大城市中，一般已经建立城市控制网，并且已经在此控制网的基础上做了大量的测绘工作。但是，随着经济建设的迅速发展，已有控制网的控制范围和精度已不能满足要求，为此，迫切需要利用 GPS 定位技术来加强和改造已有的控制网作为地籍控制网。

(1)由于 GPS 定位技术的不断改进和完善，其测绘精度、测绘速度和经济效益，都大大优于目前的常规控制测量技术，GPS 定位技术可作为地籍控制测量的主要手段。

(2)对于边长小于 8 ~ 10km 的二、三、四等基本控制网和一、二级地籍控制网的 GPS 基线向量，都可采用 GPS 快速静态定位的方法。由试验分析与检测证明，应用 GPS 快速静态定位方法，施测一个点的时间，从几十秒到几分钟，最多十几分钟，精度可达到 1 ~ 2cm，完全可以满足地籍控制测量的需求，可以成倍地提高观测时间和经济效益。

(3)建立 GPS 定位技术布测城镇地籍控制网时，应与已有的控制点进行联测，联测的控制点不能少于 2 个。

二、利用已有城镇基本控制网

(1)凡符合 1985 年发布的《城市测绘规范》要求的二、三、四等城市控制网点和一、二级

城市控制网点都可利用。

(2)对已布设二、三、四等城市控制网而未布设一、二级控制网的地区,可以以其为基础,加密一级或二级地籍控制网。

(3)对已布设有一级城市控制网的地区,可以以其为基础,加密二级地籍控制网。

(4)在利用已有控制成果时,应对所利用的成果有目的地进行分析和检查。在检查与使用过程中,如发现有过大误差时,则应进行分析,对有问题的点(存在粗差、点位移动等),可避而不用。

三、二级导线地籍控制网的布设

目前各大中城市所建立的质量良好的城市控制网,基本能满足建立地籍控制网的需要。可直接在城市控制网的基础上进行一、二级地籍控制测量。

城镇地籍控制测量应以光电测距导线布设,其布设规格和技术指标见表6-7。

表6-7　光电测距导线的布设规格和技术指标

等级	平均边长/km	附合导线长度/km	每边测距中误差/mm	测角中误差/(″)	导线全长相对闭合差	水平角观测测回数		方位角闭合差/(″)	距离测回数
						DJ_2	DJ_6		
一级	0.3	3.6	±15	±5.0	1/14 000	2	6	$\pm10\sqrt{n}$	2
二级	0.2	2.4	±12	±8.0	1/10 000	1	3	$\pm16\sqrt{n}$	2

四、图根控制测量

(一)图根地籍控制网的布设

城镇地籍测绘中控制网的布设,重点是保证界址点坐标的精度,界址点坐标的精度有了保证,地籍图的精度自然也就得到了保证。目前一、二级导线的平均边长都在100m以上,这样的控制点密度用于测定复杂隐蔽的居民地的界址点势必要做大量的过渡点(多为支导线形式),不但工作量大,作业率低,在精度方面也不能保证。因此,经济而又可靠的方法是布网时增加控制点的密度。可在二级导线以下,根据实际需要布设适合的图根导线进行加密。图根导线的测量方法有闭合导线、附合导线、无定向附合导线、支导线等。在首级控制许可的情况下,尽可能采用附合导线和闭合导线,但如果控制点遭到破坏,不能满足要求,可考虑无定向附合导线、支导线。表6-8提供了两个等级的图根导线的技术指标,作业时可选用其中的一个。

表6-8　图根导线技术参数表

等级	平均边长/m	附合导线长度/km	测距中误差/mm	测角中误差/(″)	导线全长相对闭合差	水平角观测测回数		方位角闭合差/(″)	距离测回数
						DJ_2	DJ_6		
一级	100	1.5	±12	±12	1/6 000	1	2	$\pm24\sqrt{n}$	2
二级	75	0.75	±12	±20	1/4 000	1	1	$\pm40\sqrt{n}$	1

图根导线的边长已充分考虑复杂居民点的实际情况，目的是在控制点上能够直接测到界址点。对于特别隐蔽的地方，界址点离开控制点的距离也会约束在较短的范围内。

（二）无定向导线

由于在日常地籍工作中，一些地籍要素需要经常测绘，而且当城镇原有的地籍控制点被严重破坏时，则很难找到两个能相互通视的点。如果在加密控制点时仍然采用附（闭）合导线或附（闭）合导线（网）或支导线，势必会增加费用，延长时间，难以及时满足变更地籍测绘的要求。虽然无定向导线（如图 6-8 所示）也是一种控制加密手段，但与其他种类的导线相比，却存在精度难以估算，检核条件少等问题，故在一些测绘规范中并未作为一种加密方法被提及。随着测角、测距技术和仪器的发展，在满足一定的条件下，也可布设无定向导线。

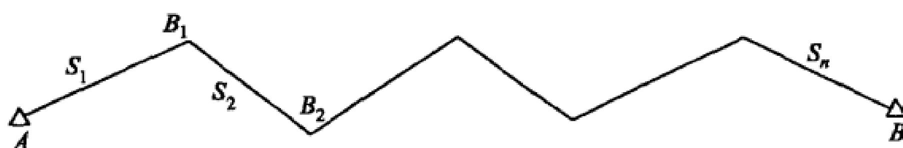


图 6-8　无定向导线的一般形式

无定向导线检核条件少，在具体应用时要求注意如下几点：

（1）首先对高级点作仔细检测，确认点号正确，点位未动时方可使用。

（2）应采用高精度仪器作业。

（3）无定向导线中无角度检核，因此在进行角度测绘时应特别小心。一般说来，转折角应盘左和盘右观测，距离应往返测，并保证误差在相应的限差范围内。

（4）无定向单导线有一个多余观测，即有一个相似比 M，规定 $|1-M|<10^{-4}$ 的无定向导线才是合格的。

（5）对无定向导线采用严密平差软件或近似平差软件进行平差计算，软件中最好有先进的可靠性分析功能。

（三）支导线的运用

在实际工作中，支导线的应用非常普遍。在一些较隐蔽处，支导线的边数可能达到三条或更多，因缺乏检核条件致使支导线出现粗差和较大误差也不能及时发现，造成返工，给工作带来损失。因此，应加强对支导线的检核，采取一些措施以保证支导线的精度，从而保证界址点的测量精度。

1. 闭合导线法

如图 6-9 所示，M、N、Q 为已知点，为求出界址点 B 的坐标，首先要求出 A 点的位置。P_1、P_2、P_3、P_4、P_5 为只起连接作用的导线点，且 P_1 与 P_2，P_4 与 P_5 的距离很近。导线点观测顺序为 M、P_1、P_2、P_3、P_4、P_5、A，类似闭合导线的观测方法，但又与闭合导线的观测顺序不同。当观测结束后，按闭合导线 M、P_1、P_3、P_5、A、P_4、P_3、P_2、M 计算。这时 P_3 可以得到两组坐标，起到一种检核作用，然后根据 A 的坐标可以很方便地求出界址点 B 的坐标。这种方法虽然增加一点外业工作量，但较好地解决了位于隐蔽处界址点的施测问题，同时导线点也得到了检核和精度保证。

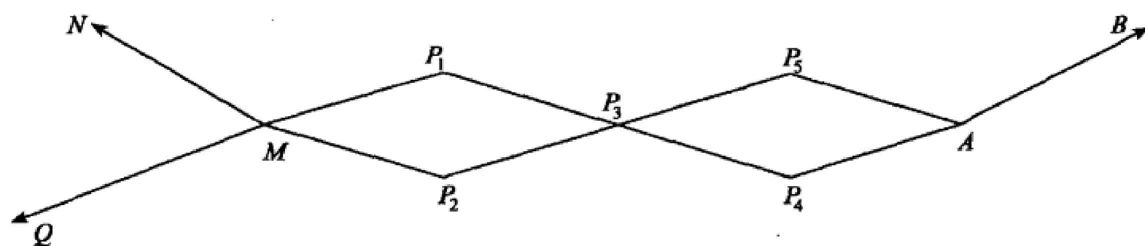


图 6-9　闭合导线法图示

2. 利用高大建筑物检核

高大建筑物，如烟囱、水塔上的避雷针和高楼顶上的共用天线等，在地籍控制测绘中有很好的控制价值。作业时，高大建筑物的交会随首级地籍控制一次性完成，这样做工作量增加不多。用前方交会求出高大建筑物上的避雷针等的平面位置后，即可按下面的方法施测支导线。

如图 6-10，M，N，Q 为已知点，B 为高大建筑物上的避雷针，且平面位置已知。为了求出 A 点的坐标，并观测 β_4。根据测得的角度和边长计算各导线点坐标。

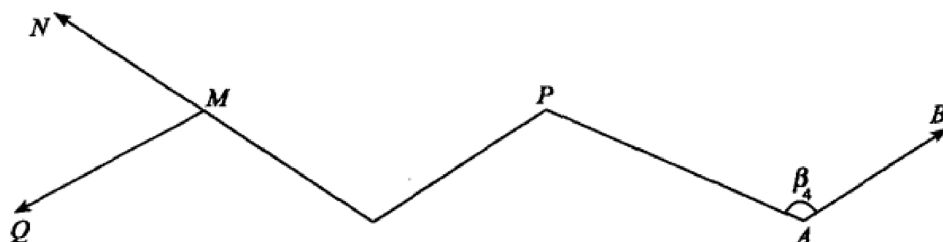


图 6-10　高大建筑物检核

求 AP 和 AB 边的坐标方位角：

$$\alpha_{AP} = \arctan((Y_P - Y_A)/(X_P - X_A))$$

$$\alpha_{AB} = \arctan((Y_B - Y_A)/(X_B - X_A))$$

设 $\beta'_4 = \alpha_{AB} - \alpha_{AP}$，$\beta'_4$ 与观测值 β_4 比较，当 $|\beta'_4 - \beta_4|$ 小于限差时，成果可以采用。该法能够发现观测和计算中的错误，起到检核支导线的作用。

3. 双观测法

如图 6-11，因受地形条件的限制，布设支导线时，可布设不多于四条边、总长不超过 200m 的支导线。为了防止在观测中出现粗差和提高观测的精度，支导线边长应往返观测，角度应分别测左、右角各一测回，其测站圆周角闭合差不应超过 40″。此法在计算中容易出现错误，因此在计算各导线点的坐标时一定要认真检查、仔细校核，尤其在推算坐标方位角时更要细心。

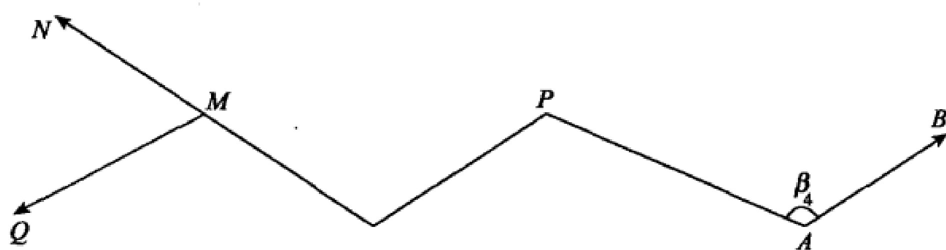


图 6-11　双观测法图示

思　考　题

1. 什么是地籍控制测量？地籍控制测量的原则是什么？
2. 为什么地籍图根控制点的精度与地籍图比例尺无关？
3. 地籍控制测量常用的坐标系有哪些？
4. 什么是大地坐标系？大地坐标系参考面和基准面是什么？
5. 什么是高斯平面直角坐标系？有什么特点？
6. 地籍控制点的密度是如何确定的？
7. 简述在工作实践中提高支导线精度的方法。
8. 使用国家统一坐标系有哪些优点？
9. 面积小于 25km² 的城镇，如果不具备与国家控制网点的联测条件，如何建立独立坐标系？
10. 地球表面、椭球面、高斯平面三个面上的距离有何关系？

第七章 界址测量

界址点坐标是在某一特定的坐标系中界址点地理位置的数学表达。它是确定地块（宗地）地理位置的依据，是量算宗地面积的基础数据。界址点坐标对实地的界址点起着法律上的保护作用。一旦界址点标志被移动或破坏，则可根据已有的界址点坐标，用测量放样的方法恢复界址点的位置。如把界址点坐标输入计算机，则可以方便地进行管理和用于规划设计。

界址点坐标的精度，可根据土地经济价值和界址点的重要程度来加以选择。德国、奥地利、荷兰等国家对界址点坐标的精度要求很高，一般为±(3～5)cm。在日本则分为6个等级，具体见表7-1。表中列出的界址点位置误差是指界址点相对于邻近控制点的误差。具体的施测精度等级由日本国土厅官房长官确定。

表7-1　　日本地籍测量规范中对界址点测量精度的规定

精度等级	界址点位置限差	
	中误差/cm	最大限差/cm
甲1	2	6
甲2	7	20
甲3	15	45
乙1	25	75
乙2	50	150
乙3	100	300

在我国，考虑到地域之广大和经济发展不平衡，对界址点精度的要求有不同的等级，具体规定见表7-2。

表7-2　　《城镇地籍调查规程》中对界址点精度的规定

级别	界址点相对于对邻近控制点的点位中误差/cm		相邻界址点之间的允许误差/cm	适用范围
	中误差	允许误差		
一	±5.0	±10.0	±10	地价高的地区，城镇街坊外围界址点街坊内明显的界址点
二	±7.5	±15.0	±15	地价较高的地区，城镇街坊内部隐蔽的界址点及村庄内部界点
三	±10.0	±20.0	±20	地价一般的地区

注：界址点相对于对邻近控制点的点位中误差系指采用解析法测量的界址点应满足的精度要求；界址点间距允许误差是指采用各种方法测量的界址点应满足的精度。

第一节　界址点的测量方法

界址点测量方法一般有解析法和图解法两种。无论采用何种方法获得的界址点坐标，一旦履行确权手续，就成为确定土地权属主用地界址线的准确依据之一。界址点坐标取位至0.01m。

(1)解析法。根据角度和距离测量结果按公式解算出界址点坐标的方法叫解析法。地籍图根控制点及以上等级的控制点均可作为界址点坐标的起算点。可采用极坐标法、正交法、截距法、距离交会法等方法实测界址点与控制点或界址点与界址点之间的几何关系元素，按相应的数学公式求得界址点坐标。在地籍测量中要求界址点精度为±0.05m时必须用解析法测量界址点。所使用的主体测量仪器可以是光学经纬仪、全站型电子速测仪、电磁波测距仪和电子经纬仪或GPS接收机等。

(2)图解法。在地籍图上量取界址点坐标的方法称图解法。作业时，要独立量测两次，两次量测坐标的点位较差不得大于图上0.2mm，取中数作为界址点的坐标。采用图解法量取坐标时，应量至图上0.1mm。此法精度较低，适用于农村地区和城镇街坊内部隐蔽界址点的测量，并且是在要求的界址点精度与所用图解的图件精度一致的情况下采用。

通常以地籍基本控制点或地籍图根控制点为基础(视界址点精度要求)测定界址点坐标。具体的方法有极坐标法、交会法、内外分点法、直角坐标法等。在野外作业过程中可根据不同的情况选用不同的方法。

一、极坐标法

极坐标法是测定界址点坐标最常用的方法(如图7-1所示)。

已知数据$A(X_A,Y_A)$，$B(X_B,Y_B)$，观测数据β，S，则界址点P的坐标$P(X_P,Y_P)$为：

$$\begin{aligned} X_P &= X_A + S\cos(\alpha_{AB} + \beta) \\ Y_P &= Y_A + S\sin(\alpha_{AB} + \beta) \end{aligned} \tag{7-1}$$

式中：$\alpha_{AB} = \arctan\dfrac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$。

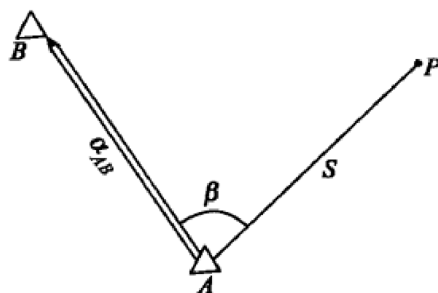


图7-1　极坐标法图示

测定β角的仪器有光学经纬仪、电子经纬仪、全站型电子速测仪等，S的测量一般都采

用电磁波测距仪、全站型电子速测仪或鉴定过的钢尺。

二、交会法

交会法可分为角度交会法和距离交会法。

(一)角度交会法

角度交会法是分别在两个测站上对同一界址点测量两个角度进行交会以确定界址点的位置。如图 7-2 所示,A、B 两点为已知测站点,其坐标为 $A(X_A,Y_A)$、$B(X_B,Y_B)$,观测 α、β 角,求 P 点坐标(X_P,Y_P)。根据图 7-2,运用正弦定理可得

$$S=\frac{S_{AB}\sin\alpha}{\sin(180-\alpha-\beta)} \tag{7-2}$$

其中 S_{AB}为已知边长,把图 7-2 与图 7-1 对照,将其相应参数代入极坐标法公式(7-1)计算即可。

角度交会法一般适用于在测站上能看见界址点位置,但无法测量出测站点至界址点的距离。交会角 γ 应在 30°~150°的范围内。A、B 两测站点可以是基本控制点或图根控制点。

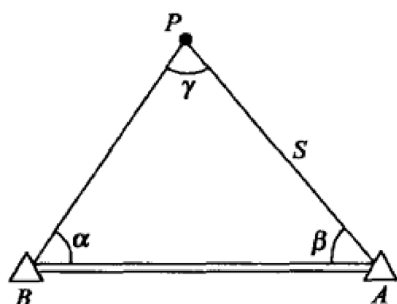


图 7-2　角度交会

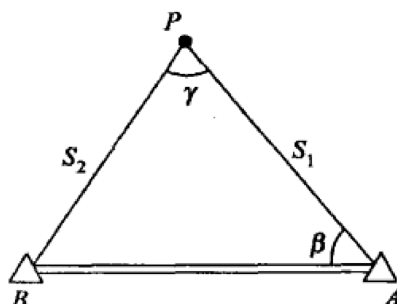


图 7-3　距离交会

(二)距离交会法

距离交会法就是从两个已知点分别量出至未知界址点的距离以确定出未知界址点的位置的方法。如图 7-3 所示,已知 $A(X_A,Y_A)$,$B(X_B,Y_B)$,观测 $S_1=AP$,$S_2=BP$,求 P 点坐标(X_P,Y_P)。根据图 7-3,运用余弦定理可得:

$$\cos\beta=\frac{S_{AB}^2+S_1^2-S_2^2}{2S_{AB}S_1} \tag{7-3}$$

其中,S_{AB}为已知边长,把图 7-3 与图 7-1 对照,将其相应参数代入极坐标法公式(7-1)得:

$$\left.\begin{aligned}X_P&=X_A+S_1\cos(\alpha_{AB}+\beta)\\Y_P&=Y_A+S_1\sin(\alpha_{AB}+\beta)\end{aligned}\right\} \tag{7-4}$$

由于测设的各类控制点有限,因此可用这种方法来解析交会出一些控制点上不能直接测量的界址点。A、B 两已知点可能是控制点,也可能是已知的界址点或辅助点(为测定界址点而测设的)这种方法仍要求交会角 γ 在 30°~150°之间。

以上两种交会法的图形顶点编号应按顺时针方向排列,即按 B、P、A 的顺序。进行交会时,应有检核条件,即对同一界址点应有两组交会图形,计算出两组坐标,并比较其差值。若两组坐标的差值在允许范围以内,则取平均值作为最后界址点的坐标;或把求出的界址点坐

标和邻近的其他界址点坐标反算出的边长与实量边长进行检核，其差值如在规范所允许范围以内，则可确定所求出的界址点坐标是正确的。

三、内外分点法

当未知界址点在两已知点的连线上时，则分别量测出两已知点至未知界址点的距离，从而确定出未知界址点的位置。如图 7-4 所示，已知 $A(X_A, Y_A)$，$B(X_B, Y_B)$，观测距离 $S_1 = AP$，$S_2 = BP$，此时可用内外分点坐标公式和极坐标法公式计算出未知界址点 P 的坐标。

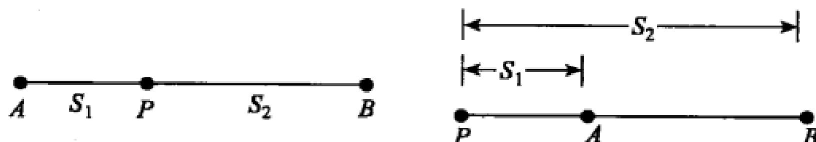


图 7-4　内外分点法

由距离交会图可知：当 $\beta = 0°$，$S_2 < S_{AB}$ 时，可得到内分点图形；当 $\beta = 180°$，$S_2 > S_{AB}$ 时，可得到外分点图形。

从公式中可以看出，P 点坐标与 S_2 无关，但要求作业人员量出 S_2 以供检核之用，以便发现观测错误和已知点 A、B 两点的错误。

内外分点法计算 P 点坐标的公式为：

$$
\begin{aligned}
X_P &= \frac{X_A + \lambda X_B}{1 + \lambda} \\
Y_P &= \frac{Y_A + \lambda Y_B}{1 + \lambda}
\end{aligned}
\tag{7-5}
$$

式中：内分时，$\lambda = S_1 / S_2$；外分时，$\lambda = -S_1 / S_2$。由于内外分点法是距离交会法的特例，因此距离交会法中的各项说明、解释和要求都适用于内外分点法。

四、直角坐标法

直角坐标法又称截距法，通常以一导线边或其他控制线作为轴线，测出某界址点在轴线上的投影位置，量测出投影位置至轴线一端点的位置。如图 7-5 所示，$A(X_A, Y_A)$，$B(X_B, Y_B)$ 为已知点，以 A 点作为起点，B 点作为终点，在 A、B 间放上一根测绳或卷尺作为投影轴线，然后用设角器从界址点 P 引设垂线，定出 P 点的垂足 P_1 点，然后用鉴定过的钢尺量出 S_1 和 S_2，则计算公式如下：

$$S = S_{AP} = \sqrt{S_1^2 + S_2^2}, \beta = \arctan \frac{S_2}{S_1}$$

将上式计算出的 S、β 和相应的已知参数代入极坐标法计算公式即可。

这种方法操作简单，使用的工具价格低廉，要求的技术也不高，为确保 P 点坐标的精度，引设垂足时的操作要仔细。

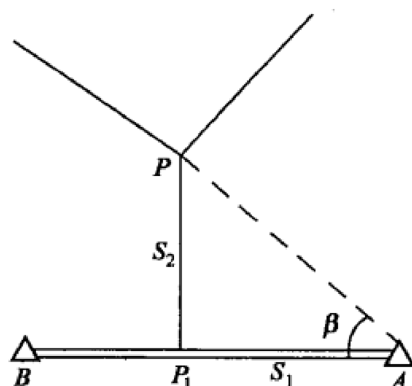


图 7-5　直角坐标法

第二节　界址点测量的外业实施

一、准备工作

界址点测量的准备工作包括资料准备、野外踏勘、资料整理和误差表准备。

（一）界址点位的资料准备

在土地权属调查时所填写的地籍调查表中详细地说明了界址点实地位置的情况，并丈量了大量的界址边长，草编了宗地号，详细绘有宗地草图。这些资料都是进行界址点测量所必需的。

（二）界址点位置野外踏勘

踏勘时应有参加地籍调查的工作人员引导，实地查找界址点位置，了解权属主的用地范围，并在工作图件上（最好是现势性强的大比例尺图件）用红笔清晰地标记出界址点的位置和权属主的用地范围。如无参考图件，则要详细画好踏勘草图。对于面积较小的宗地，最好能在一张纸上连续画上若干个相邻宗地的用地情况，并充分注意界址点的共用情况。对于面积较大的宗地，要认真地注记好四至关系和共用界址点情况。在画好的草图上标记权属主的姓名和草编宗地号。在未定界线附近则可选择若干固定的地物点或埋设参考标志，测定时按界址点坐标的精度要求测定这些点的坐标值，待权属界线确定后，可据此补测确认后的界址点坐标。这些辅助点也要在草图上标注。

（三）踏勘后的资料整理

这里主要是指草编界址点号和制作界址点观测及面积计算草图。进行地籍调查时，一般不知道各地籍调查区内的界址点数量，只知道每宗地有多少界址点，其编号只标识本宗地的界址点。因此，在地籍调查区内统一编制野外界址点观测草图，并统一编上草编界址点号，在草图上注记出与地籍调查表中相一致的实量边长及草编宗地号或权属主姓名，主要目的是为外业观测记簿和内业计算带来方便。

二、野外界址点测量的实施

界址点坐标的测量应有专用的界址点观测手簿。记簿时，界址点的观测序号直接用观测草图上的草编界址点号。观测用的仪器设备有光学经纬仪、钢尺、测距仪、电子经纬仪、全

站型电子速测仪和 GPS 接收机等。这些仪器设备都应进行严格的检验。

测角时，仪器应尽可能地照准界址点的实际位置，方可读数。角度观测一测回，距离读数至少两次。当使用钢尺量距时，其量距长度不能超过一个尺段，钢尺必须检定并对丈量结果进行尺长改正。

使用光电测距仪或全站仪测距，则不仅可免去量距的工作，而且还可以隔站观测，免受距离长短的限制。用这种方法测距时，由于目标是一个有体积的单棱镜，因此会产生目标偏心的问题。偏心有两种情况：其一为横向偏心。如图 7-6 所示，P 点为界址点的位置，P'点为棱镜中心的位置，A 为测站点，要使 $AP=AP'$，则在放置棱镜时必须使 P、P'两点在以 A 点为圆心的圆弧上，在实际作业时达到这个要求并不难；其二为纵向偏心。如图 7-7 所示，P、P'、A 的含义同前，此时就要求在棱镜放置好之后，能读出 PP'，用实际测出的距离加上或减去 PP'，以尽可能减少测距误差。这两种情况的发生往往是因为界址点 P 的位置是墙角。

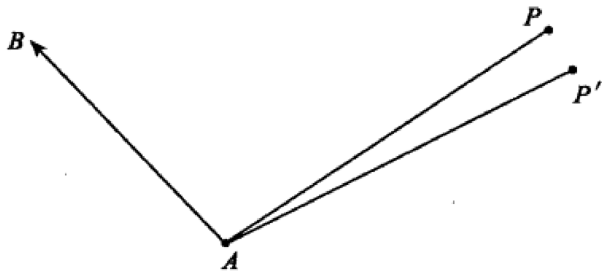


图 7-6 横向偏心

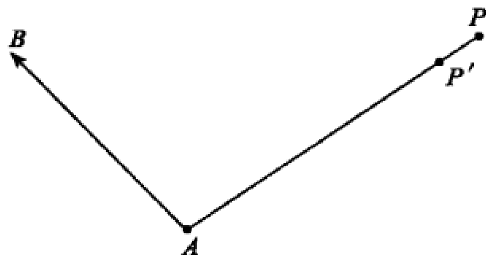


图 7-7 纵向偏心

三、野外观测成果的内业整理

界址点的外业观测工作结束后，应及时计算出界址点坐标，并反算出相邻界址边长，填入界址点误差表中，计算出每条边的 Δ_1。如 Δ_1 的值超出限差，应按照坐标计算、野外勘丈、野外观测的顺序进行检查，发现错误及时改正。

当一个宗地的所有边长都在限差范围以内才可以计算面积。

当一个地籍调查区内的所有界址点坐标（包括图解的界址点坐标）都经过检查合格后，按界址点的编号方法编号，并计算全部的宗地面积，然后把界址点坐标和面积填入标准的表格中，并整理成册。

四、界址点误差的检验

界址点误差包括界址点点位误差、界址间距误差。表 7-3 中 Δ_S 为界址点点位误差，表 7-4 中的 ΔS_1 表示界址点坐标反算出的边长与地籍调查表中实量的边长之差，ΔS_2 表示检测边长与地籍调查表中实量的边长之差。ΔS_1 和 ΔS_2 为界址点间距误差。

表 7-3 界址点坐标误差表

界址点号	测量坐标		检测坐标		比较结果		
	X/m	Y/m	X/m	Y/m	Δ_X/cm	Δ_Y/cm	Δ_s

表 7-4　　界址间距误差表

界址边号	实量边长/m	反算边长/m	检测边长/m	ΔS_1/cm	ΔS_2/cm	备注

界址点误差检验时常用的中误差计算公式为：

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{2n}} = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\Delta_i^2}{2n}} \tag{7-6}$$

第三节　用高精度摄影测量方法加密界址点坐标*

一、概　　述

用摄影测量方法测定界址点坐标始于20世纪50年代中期。当时在西方，摄影测量的像点量测中误差为±(12～15)μm(在像片上)。由于测量仪器可以自动记录坐标，而当时的地面测量仪器尚无自动记录装置，因而摄影测量方法得到快速应用。当时选择1∶8 000～1∶12 000的摄影比例尺，其加密精度可达到±(10～15)cm。

随着摄影质量的提高和采用地面标志或高精度数学影像匹配技术，像点量测中误差可降到±(3～5)μm。采用带附加参数的自检校平差，用GPS数据和地面测量辅助信息，使加密的精度大大提高，作业也更加方便。所以自20世纪70年代以来，摄影测量加密的方法在测定界址点的任务中作用极大。当选1∶5 000～1∶8 000摄影比例尺时，加密点位精度在西方国家可达到±(3～4)cm。例如70年代，联邦德国就曾用摄影测量方法测定了193 000个界址点的坐标。

虽然利用全站型电子速测仪可以经济、快速和灵活地测定界址点坐标，但是摄影测量方法在下列场合仍然是经济合算的：

(1)点数很多，例如多于10 000个界址点。

(2)地面通视条件不好，而从空中能够看到界址点。

(3)界址点完整且便于在其上布设辅助标志。

(4)不仅要测量界址点，而且要同时制作多用途地籍图。

武汉大学(原武汉测绘科技大学)和陕西测绘局进行的试验表明，利用1∶3 000摄影比例尺的像片资料和我国的航测内外业作业条件，也能获得±(5～10)cm的高精度加密结果，因此用摄影测量方法加密界址点坐标进行地籍测量是大有前途的。

二、摄影测量方法加密界址点坐标中的问题

(一)设置标志和控制检查

所有要测定的界址点应在摄影飞行之前设置标志。对于不同精度要求的界址点坐标，常用摄影比例尺为1∶3 000～1∶8 000。标志大小在10～30cm间波动。如果界标直径已满足要求，则可直接在其顶部和上侧面漆以不同颜色，并在周围布上辅助标志。如果是新埋设的界址点标石，建议采用带色彩的塑料标。若需设置更大标志时，可直接用按钮将合乎要

求尺寸的塑料圆盘对中界址点固定在塑料标上。

为了进行控制检查，在布设标志的同时，用钢尺或测距仪器量测两界址点间的距离。这些距离也可直接从地籍调查表中的宗地草图中获取。在奥地利，每个界址点必须至少量两个距离，这些距离值既可简单地用来检查摄影测量加密的点位精度，也可以作为观测值在区域网中进行联合平差。

(二)根据精度要求选择摄影比例尺

首先可以用两界址点间的距离差作为误差来讨论。设用摄影测量加密方法求出 S_P，地面实测为 S_t，则距离差为 $\Delta S=|S_p-S_t|$。

当取最大误差为 3 倍中误差时：

$$\Delta S_{\max}=3\sqrt{\sigma_{S_P}^2+\sigma_{S_t}^2} \tag{7-7}$$

又设像片比例尺分母为 m_b，像片坐标量测中误差为 $\sigma_P(\mu m)$，则 $\sigma_{S_P}(cm)$ 由下列求出：

$$\sigma_{S_P}=\frac{\sqrt{2}m_b\sigma_P}{10\ 000} \tag{7-8}$$

式中：$\sqrt{2}$表示由坐标转换成距离。

假设地面两次独立的距离量测最大误差也取 $\Delta S_{\max}(cm)$，则 $\sigma_{S_T}=\Delta S_{\max}/3\sqrt{2}$。于是可求得在一定要求精度限差 $\Delta S_{\max}$和已知像点量测精度 σ_P 时，允许的摄影比例尺分母：

$$m_b\leqslant\frac{10\ 000\Delta S_{\max}}{6\sigma_P} \tag{7-9}$$

表 7-5 列出了 $\Delta S_{\max}$和 σ_P 为不同值时的 m_b，因此，可以根据界址点精度要求和像片坐标量测精度来选择摄影比例尺。此时是针对带自检校的光束法区域网平差和联合地面相对控制的联合平差而提出的要求。

如果用点位误差作为误差限值，则 $\Delta S_{\max}$为点位误差限值的$\sqrt{2}$倍，然后查表 7-5 即可。

表 7-5 $\Delta S_{\max}$和 σ_P 不同取值的 m_b

$\Delta S_{\max}$/cm \ m_b \ $\sigma_P/\mu m$	4	8	12	16
10	4 166	2 083	1 389	1 024
20	8 333	4 166	2 788	2 083
30	12 500	6 250	4 166	3 125

除比例尺外，还有一个主距问题。由于地籍测量只考虑点的平面位置，高程精度可不顾及，因此人们往往优先采用长焦距摄影机，以使航高不致于过低，同时减少地面高层建筑和树木的阴影。

(三)区域网平差中平面和高程控制点的要求

区域网平差采用带附加参数的光束平差，并可与地面观测值进行联合平差。所有像点坐标应用精密的单像或双像坐标量测仪或解析测图仪量测，自动记录框标和像点坐标，最好能进行在线空中三角测量。

由于每片上界址点数量很多，故平差程序不能限制每片上的界址点数量。

用摄影测量方法加密界址点坐标是高精度点位加密，平面控制取密集周边布点（$i=2b$），即每跨两条基线布一平面控制点（在区域网内部则不需要布平面控制点），此时，区域网加密的平面精度理论上可达到 $\sigma_{x,y} \approx (0.87 \sim 1.00)\sigma_0$，其中 σ_0 为单位权中误差。尽管只需要界址点的平面坐标，但在区域中仍需要布设适量的高程控制点，以保证高程测定误差所造成的模型变形（倾斜、弯曲等）对平面位置的影响远小于像片坐标量测误差的影响。此时，高程控制点间隔可以推导出来。根据 Ebner 教授研究结果，区域网加密的高程理论精度为：

$$\begin{aligned} \sigma_{z最大}/\sigma_{mz} &= 0.27 + 0.31i（独立模型法） \\ \sigma_{z最大}/\sigma_0 &= (0.39 + 0.19i) \times 1.5（光束法） \end{aligned} \tag{7-10}$$

根据经验，式(7-10)独立模型法与光束法平差的单位权中误差大致存在 $\sigma_{z最大} \approx 1.5\sigma_0$ 的关系。

单模型中 $\sigma_{z最大}$ 对平面的影响可由图 7-8 导出：

$$\Delta S = \frac{h_{max}\sigma_{z最大}}{b}$$

假设允许的 $\Delta S = \frac{\sigma_0 m_b}{2}$，则得到允许的高程控制点间的跨距：

$$\begin{aligned} i_{独模法} &= \frac{bm_b}{0.93h_{max}} - 0.87 \\ i_{光束法} &= \frac{bm_b}{0.57h_{max}} - 4.89 \end{aligned} \tag{7-11}$$

设 $b=92$mm（60% 航向重叠），$m_b=8\ 000$，当 $h_{max}=100$m 时，$i_{独模法}=7$，$i_{光束法}=8$。其中，b 为摄影基线在像片上的长度。

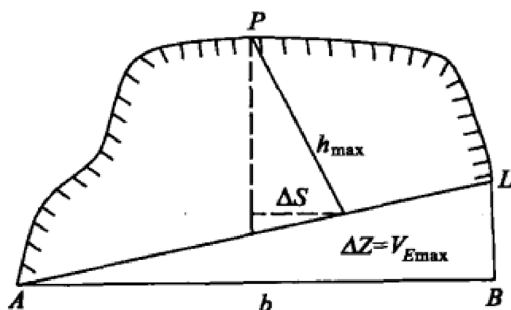


图 7-8　$\sigma_{z最大}$对平面的影响

可见，为保证高精度平面加密，也需要有适量的高程控制点。

如果利用摄站点的 GPS 数据，则不仅高程控制点可以不要，而且平面控制也可以大量节省。

（四）地面控制点系统误差处理

由于高精度摄影测量加密的不断提高，很可能出现控制点精度低于摄影测量平差坐标精度的情况。因此，从理论上讲，必须将控制点坐标作为具有相应权的观测值参加区域网平

差。这样做的结果是在控制点上获得相应的坐标改正数。如果用平差坐标代替原控制点坐标,则意味着在每次摄影测量加密后就要修改一次控制点坐标。但是从实用上讲,每平差一次就改变一次控制点坐标,会导致控制点管理上的麻烦,如控制点在区域网平差后仍用原坐标值,则它们与其周围的摄影测量加密后坐标会产生较大的矛盾。

目前,国外采用下列办法来解决这个矛盾:作为控制点的坐标在一定时间内保持不变,而采用最小二乘配置法将所有摄影测量平差坐标稍加变动,以消除网中的内外业成果的矛盾。经过一个长时间的周期后再利用全部像片资料,进行全区的统一联合平差,用平差后的控制点坐标代替原来的控制点坐标,同时更新界址点坐标数据库。

(五)地面附加观测值的处理

上面已提到的控制检查数据,可以按上述联合平差原理作为另一观测值方程列出,通过严格的联合平差以提高解算的精度和保证每个权属单位用地范围的相对精度,也可以用分步平差的方法,即利用现有的带附加参数的自检核光束法区域网平差,以获得界址点的加密坐标。作为下一步平差,则列出距离观测值的误差方程式。其误差方程式推导如下。

设相邻两界址点 i 和 j,其地面实量数据为 S_{ij},第一步解出的结果为(X_i^0,Y_i^0),(X_j^0,Y_j^0),反算出的水平距离为 S_{ij}^0,则有误差方程式:

$$V_{S_{ij}} = -c_{ij}\Delta X_i + c_{ij}\Delta X_j - d_{ij}\Delta Y_i + d_{ij}Y_j - l_s \tag{7-12}$$

式中:$c_{ij}=\dfrac{X_j^0-X_i^0}{S_{ij}^0}$,$d_{ij}=\dfrac{Y_j^0-Y_i^0}{S_{ij}^0}$,$l_s=S_{ij}-S_{ij}^0$。

当相邻三个界址点在一直线上时,则有三点共线条件方程;如果三点连成的两直线正交,则有正交条件方程。

把上面误差方程写成矩阵形式,则有:

$$V_S = B_S X - L_X$$

X 的权阵为 P_S。上式用间接平差方法即可解算出界址点坐标的改正数 X,并对第一步的平差结果进行改正。如果第二步条件平差中,坐标改正数的权按第一步平差的未知协因素阵求出,则两步解法也是严密的。如果能做到每个界址点都有两条实测边长作为观测值参加平差,则平差结果是相当好的。如有三点共线和正交条件,则变成附有条件的间接平差。

三、摄影测量平差方法提供密集控制网格

由于摄影测量区域网有利于平面精度分布,尤其是当采用密集周边($i=2b$)布点时,精度分布均匀,而且几乎与区域大小无关,可以达到与像片坐标量测相同的精度,所以可以用摄影测量方法为界址点坐标的测定提供一个十分均匀的控制网格。这些网格点的坐标测定精度,可达到±(1.5~3)cm,而且点距在100~200m之间。它们将是地籍测量和将来的变更地籍测量的基础。在城市,当不可能直接从像片立体对上测定界址点(如墙角等)时,就可以利用这个控制网格,在实地测定界址点坐标。

在上述情况下,摄影测量加密必须从高级控制网出发。向其提供的周边控制点精度应不超过1cm,以±(3~5)cm为宜。例如,在联邦德国的巴伐利亚和下萨克森,曾从高一级三角测量网出发,用摄影测量加密出点距约为100m的控制格网,供坐标地籍测量等方面应用。在加拿大,曾用摄影测量方法从二等网加密三等网。

四、摄影测量方法加密界址点的作业要点

根据《城镇地籍调查规程》的规定，界址点对于邻近基本控制点的点位中误差不超过±5cm，二类界址点（内部隐蔽处）中误差为±7.5cm，最大允许误差为2倍中误差，这是摄影测量加密界址点的基本要求。根据上述要求和试验，摄影测量加密界址点的作业要点如下：

（1）选择近期摄影的影像分辨率（镜头构像所能再现物体细部的能力）高的像片。为此，航摄时要选用镜头分解力高、透光能力强、畸变差小、压平质量好和内方位元素准确的航摄仪，如威特RC-10、RC-10A、RC-20及蔡司LMK等航摄仪进行航摄。航摄软片选柯达、航微-Ⅱ软片等。

（2）提高像片地面分辨率（像片上能与其背景区别开来的最小像点所对应的地面尺寸）。地面分辨率D用下式表示：

$$D = \frac{M_b}{R} = \frac{H}{R} \times f \tag{7-13}$$

式中：R为影像分辨率，H为航高，f为摄影仪主距。

（3）提高判点和刺点精度。欲使加密界址点的中误差达到或小于±5cm的精度，提高地面点的判点精度是不可忽视的。因此，按前述布设地标，能大大提高判点精度。若利用自然点作为图根点，应注意选择成像清晰的田角、房基角和交角良好的路叉口。

转刺点必须使用精密立体转点仪，如威特厂的PUG-4转点仪、欧波同厂PM-1转点仪等。规范规定，转刺点的孔径大小和转点误差不超过0.06mm，加密连接点和测图定向点必须一致。

（4）使用精密立体坐标量测仪量测坐标。进行像点坐标量测是电算加密的主要工序之一。旧式的立体坐标量测仪量测精度为±5μm，采用先进的精密立体坐标量测仪，精度可达到±(1～2)μm。例如，德国欧波同厂生产的PSK-2精密立体坐标量测仪，直读精度可达1μm。

作业时，由于量测点数非常多（像控点、界址点、图根点等），坐标量测仪必须带有自动记录装置，最好是在线量测系统。

（5）为达到外业像控点对内业加密的有效控制，外业像控点采用密周边布点（$i=2b$），以保证加密点精度等于像点坐标量测精度。高程控制为锁形布点，其跨度按式（7-10）确定。

（6）选用严密的平差方法。前已述及，采用自检校法区域网平差，或称带附加参数的区域网平差，把可能存在的系统误差作为待定未知参数，列入方程组中进行整体平差运算，以消除系统误差，可提高加密点精度。

第四节　勘界测绘

一、勘界测绘概述

中国在行政区划问题上，从秦朝设立郡县到20世纪80年代，从未全面精确划定过行政区划界线。我国各级行政区域的界线绝大部分为传统习惯线，缺乏能够准确描述边界位置及其走向的文字和图纸资料。当界线位置位于河流之中或没有明显边界地物的平坦区域等

处时，容易造成土地争议，甚至引起争议双方的冲突，给边界管理工作带来困难，影响社会生产活动的正常进行，制约国民经济的健康发展。

为了与社会生产力的发展水平相适应，保证各级政府部门制定社会经济发展的长期规划，我国在1986年开始在新疆昌吉回族自治州进行勘界试点，并从1996年起在全国陆续展开了各级行政区域界线的勘界工作。通过勘界工作，核对法定线、法定习惯线，解决争议线。

勘定行政区域界线即行政勘界，是指毗邻行政区的人民政府在上一级人民政府的指导下，实地明确勘定毗邻行政区之间的政区界线，并采取一定的技术措施，如树立界桩、进行测绘、标绘边界线、签定边界线协议书等，运用法律手段将各级行政区域界线固定下来，以达到稳定边界且便于管理的目的。

勘界测绘即勘定行政区域界线的测绘工作。它是在确定界线实际走向以后，在实地埋设界桩，测定界桩点位，测绘边界地形图，并在地形图上表述边界线走向等工作。勘界测绘的目的是通过获取和表述行政区域界线的位置和走向等信息，为勘界和边界管理工作提供基础资料和科学依据。

勘界测绘必须在毗邻行政区组成的联合勘界领导小组的统一领导下，民政、土地、测绘部门密切配合，由测绘行政主管部门组织实施。由于勘界测绘涉及行政管辖权，与地形测绘相比具有的以下特点：

(1)勘界测绘是政府行政行为，其测绘成果具有法律效力。

(2)勘界测绘以规定的地形图作为工作底图，测量的主要对象是界桩及边界线的位置和走向。

(3)勘界测绘的最终成果是界桩成果表、边界线位置和走向说明、边界线地形图。

(4)勘界测绘成果可靠性强，对施测结果均有严格的检核，界桩及边界线位置和走向施测的误差不允许超出限差。

二、勘界测绘的工作内容及流程

(一)勘界测绘的内容

勘界测绘的内容包括：界桩的埋设与测定，边界线的标绘，边界协议书附图的绘制，边界线走向和界桩位置说明的编写，中华人民共和国省级行政区域界线详图集的编纂和制印。

1. 界桩的埋设和测定

为提高工作效率，防止勘界工作中出现反复，界桩的埋设工作一般与实地勘界同步进行。界桩是指示边界线位置的永久性人工标志。

首先根据勘界工作图在实地核实界线的位置及走向，根据各级行政区域界线的界桩密度要求，现场确定界桩埋设位置、界桩类型和编号、界点的测量位置等。

在无争议地段，要即时在工作图上注明界线的位置及周围地物地貌情况，标明埋设界桩的位置和点号。当出现边界争议时，要即时地进行调解和裁决。对个别难以在短期内解决的地段，可根据争议范围的大小，预留出恰当个数的界桩编号后，继续进行勘界工作。

界桩位置确定后要即时埋设界桩，量取三个明显方位物的距离(精确到0.1m)，量测磁方位角，并绘制界桩位置略图，拍摄界桩实地照片。界桩埋设后，即时进行测量工作。

2. 边界线的标绘

边界线的标绘是将双方确定的边界线、界桩点的位置准确地标绘在规定的地形图上。

地形图比例尺的选择以能清晰反映边界线走向为原则，一般可选择最新 1：5 万地形图。地形图的内容不能满足需要时，需对边界线两侧一定范围内与确定边界线以及界桩位置有关的地物、地貌及地理名称注记进行补测、修测。在人烟稠密、情况复杂的地区，也可采用航摄像片进行调绘。

3. 边界协议书附图的绘制

边界协议书附图是详细表示边界线位置的重要勘界测绘成果。由双方政府负责人签字、经上级政府批准的边界协议书附图是具有法律效力的边界线画法图。

边界协议书附图根据实测的界桩点坐标、协商确定或裁定的边界线及边界线的调绘成果认真标绘、整理而成。各类要素符号、颜色及规格要求与边界线的标绘成果一致。

4. 边界线走向和界桩位置说明

边界线走向说明是对边界线实地走向的完整描述，是边界协议书的核心内容。边界协议书附图是对边界线和界桩位置的图形表示，是勘界工作成果的重要组成部分。

边界线走向说明以明确描述边界线实际走向为原则。其内容一般包括每段边界线起讫点、界线在实地的标志、界线转折的方向、界线延伸的长度、界线经过的地形特征点、两界桩间界线长度等。边界线走向说明的编写一般以两界桩间为一自然段。根据界线所依附的自然地理情况分为若干条，每条可含若干自然段。

边界线走向说明中所涉及的方向，采用 16 方位制，以磁北方向为基准，如北偏东北 111°15′～33°45′。

界桩位置说明根据界桩登记表中所填内容编写，包括界桩号、类型、材质、界桩与周围地物地貌的关系、界桩与边界线的关系、界桩与方位物的关系等内容。界桩位置说明的编写一般以一个界桩为一自然段，与边界线走向说明的分条方法相一致。

（二）*勘界测绘的流程*

勘界测绘按其工作流程主要分为准备工作、野外测量和调绘、内业成果整理、质量检查验收四个阶段。界桩的制作和埋设由民政部门与国土部门共同完成，一般分如下几个阶段的工作：

（1）准备阶段。该阶段的工作主要是资料收集、勘界测绘工作图的标绘、编写勘界测绘技术设计书的编写和人员、仪器、设备和物质准备。

（2）野外测量和调绘。该阶段的工作主要是界线位置确定、界桩的埋设和测定、边界线局部带状地形图的修测、补测或调绘。

（3）内业成果整理。该阶段的工作主要是制作界桩成果表、制作界桩登记表、边界线走向说明和界桩位置说明、编写检查验收报告、界线转标、界桩实地照片整理、协议书附图的图面整饰、面积量算、编写测绘技术工作总结等。

（4）各级检查验收。

（5）成果上交。

三、勘界测绘的技术问题

勘界测绘采用全国统一的大地坐标系统、平面坐标系统和高程系统。勘界测绘必须满足《省级行政区域界线勘界测绘技术规定》和各地制定的《行政区域界线勘界测绘技术规定》以及国家现行有关测绘技术规范等的要求，在勘界测绘工作中还要从实际出发，注意一

些技术问题。

（一）地形图补调

补调范围除了规程要求范围之外还应考虑地貌地物的连续性，应尽可能将与边界线有关的交通道路、大型厂矿等大型连续性地貌地物全部包括在内。

补调时要充分利用现有测绘成果，对已有土地详查资料的地区，可对照最新土地利用现状图、土地所有权属图、基本农田保护区分布图等，进行野外补调，并转绘到地形图上；补调地物的平面位置精度应与相应基本比例尺地形图测绘标准一致；对地物变化较大的地区，可先独自进行调绘工作，对荒漠、高山等地貌地物变化较小的地区，可在地形图上标绘边界线的同时，参照最新资料进行补调工作；在 1∶5 万地形图上不能详细表示边界线位置和走向时，应在更大比例尺地形图上进行调绘。

界桩点、界线拐点及界线经过的独立地物点相对于邻近固定地物点的平面误差一般不大于图上±0.2mm；修测、补调的其他与确定边界线有关的地物地貌相对于邻近固定地点的平面误差一般不大于图上±0.5mm，同时保证界桩点与各类地物点相关位置的准确。

（二）界桩点坐标的测定

界桩点坐标一般要求实测。当实地测量确有困难，但能在图上准确判定界桩点位时，可在现有最大比例尺的地形图上量取，误差不得超过图上±0.3mm，同时必须保证其与周围地物的相关位置准确。界桩点高程从较大比例尺地形图上根据等高线内插确定，误差不得超过 1/3 基本等高距。

（三）边界线标绘

边界线的标绘一般要求在实地进行，但在某些情况下，边界线走向清晰，也可在室内进行标绘。在荒漠、戈壁地区，没有明显地物和地貌特征点、线，边界线根据特定界点的连线确定，可在室内标绘。

界桩点和边界线在地形图上的标绘要按照其与地貌、地物的相互关系进行标绘。界桩点和边界线拐点难以在地形图上直接判定其准确位置时，可量测界桩点和边界线拐点与邻近地物点或地貌特征点之间的距离，用图解的方法在地形图上进行标绘。一般情况下，不宜采用展点法确定界桩点在地形图上的位置，而要根据其与邻近地物、地貌之间的相关距离标绘在地形图上。

（四）界桩方位物的选择与测定

每个界桩所选择的方位物最好均匀分布在界桩周围，必须明显，固定，不易移动和损毁，具有永久性，应离界桩较近，且尽可能通视，便于测距和测方位；以大物体作为方位物时，要明确方位物中心点的具体部位；实地缺少可利用的地物作方位物时，可以增设人工方位物，如在地上栽插水泥桩等。

界桩至方位物的距离，一般应实地量测，精确到 0.1m。当界桩点附近缺少永久性地物和地貌特征点，且对点位的精度要求又不很高时，可从图上量取，取位到图上 0.1mm。界桩至方位物的磁方位角注记到 0.1°，测定精度到 0.2°。

四、勘界测绘各级检查验收及成果上交

勘界测绘工作结束后，由双方勘界工作机构组织对测绘成果成图资料的完整性和正确性进行全面检查、整理，并由双方负责人签名。内容包括：边界线标绘资料，边界线走向和界

桩位置说明，边界协议书附图，界桩埋设位置和界桩号编排，界桩成果表和界桩登记表，观测手簿和计算手簿。经双方勘界工作机构组织对测绘成果检查合格后，报上级政府勘界工作领导小组办公室组织。上报的成果主要有：

(1)技术设计书；

(2)观测手簿、计算手簿、计算成果、边界线调绘资料、航片等；

(3)界桩登记表、界桩点成果表；

(4)边界走向说明、界桩点位置说明、界桩点照片；

(5)界桩点、边界上部分拐点展点图；

(6)边界协议书附图；

(7)技术总结，检查报告。

上级政府勘界工作领导小组办公室组织对上报成果进行检查验收。勘界测绘成果的基本要求是：各类图表清晰易读，项目填写齐全，文字叙述简明确切，地理名称调注准确，简化字和少数民族语地名译音正确，一切原始记录和计算成果均正确无误，精度符合规定要求。

思 考 题

1. 土地权属界址点坐标的作用是什么？
2. 制定界址点坐标精度的依据是什么？我国对界址点坐标精度有何要求？
3. 简述测定土地权属界址点的方法。
4. 试述地面实测土地权属界址点坐标的原理、方法和应用条件。
5. 高精度摄影测量方法加密界址点坐标的条件有哪些？
6. 试述摄影测量方法加密界址点坐标的作业要点。
7. 试述勘界测绘的含义及其内容。

第八章　地籍图的测绘

第一节　概　　述

一、地籍图的概念

按照特定的投影方法、比例关系和专用符号把地籍要素及其有关的地物和地貌测绘在平面图纸上的图形称地籍图。地籍图、地籍数据和地籍表册通过特定的标识符建立有序的对应关系。

地籍图具有国家基本图的特性。一个国家的整个国土范围由于被占有、使用或利用而被分割成许多地块和土地权属单位，并且无一遗漏，因此整个国土面积，不论城镇、农村，还是边远地区，均必须测设地籍图。

地籍图只能表示基本的地籍要素和地形要素。一张地籍图，并不能表示出所有应该要表示或描述的地籍要素。它主要直观地表达自然的或人造的地物和地貌，对应的地籍空间要素的属性在地籍图上只能用标识符来对此进行有限的表达，这些标识符与地籍数据和地籍表册建立了一种有序的对应关系，从而使地籍资料有机地联系在一起。这是因为地籍图一方面受到比例尺的限制，另一方面还应符合图的可读性和美学要求。

多用途地籍图有很多的功能，可供许多部门使用。使用地籍图和地籍资料的部门，关心的只是符合自己要求的那一部分，但有一部分内容是所有用户都需要的，即所谓的“基本内容”。由“基本内容”构成的地籍图就是按规程要求测绘的基本地籍图。这样的地籍图仍具有多用途的特性，其最直接的原因就是它为各种用户提供了一个良好的地理参考系统。使用者可在基本地籍图的基础上添加表示和描述各自所需的专题内容，为己所用。因此，多用途地籍图不能理解为一张谁都可以用的万能图，而是各类地籍图的集合。在这个集合中，按表示的内容可分为基本地籍图和专题地籍图，按城乡地域的差别可分为农村地籍图和城镇地籍图，按图的表达方式可分为模拟地籍图和数字地籍图，按用途可分为税收地籍图、产权地籍图和多用途地籍图；按图幅的形式可分为分幅地籍图和地籍岛图。

在地籍图集合中，我国现在主要测绘制作的有城镇地籍图、宗地图、农村居民地地籍图、土地利用现状图、土地所有权属图等。

二、地籍图比例尺

地籍图比例尺的选择应满足地籍管理的需要。地籍图需准确地表示土地的权属界址及土地上附着物等的细部位置，为地籍管理提供基础资料，特别是地籍测量的成果资料将提供给很多部门使用，故地籍图应选用大比例尺。考虑到城乡土地经济价值的差别，农村地区地籍图的比例尺比城镇地籍图的比例尺可小一些。即使在同一地区，也可视具体情况及需要采用不同的地籍图比例尺。

（一）选择地籍图比例尺的依据

相关规程或规范对地籍图比例尺的选择规定了一般原则和范围。但对具体的区域而

言，应选择多大的地籍图比例尺，必须根据以下的原则来考虑。

1. 繁华程度和土地价值

就土地经济而言，地域的繁华程度与土地价值密切相关，对于城镇尤其如此。城镇的商业繁华程度主要是指商业和金融中心。如武汉市的江汉路和中南路，上海市的南京路等。显然，对城镇黄金地段，要求地籍图对地籍要素及地物要素的表示十分详细和准确，因此必须选择大比例尺测图，如1∶500、1∶1 000。

2. 建设密度和细部粗度

一般来说，建筑物密度大，其比例尺可大些，以便使地籍要素能清晰地上图，不至于使图面负载过大，避免地物注记相互压盖。若建筑物密度小，选择的比例尺就可小一些。另外，表示房屋细部的详细程度与比例尺有关，比例尺越大，房屋的细微变化可表示得更加清楚。如果比例尺小了，细小的部分无法表示，会影响房产管理的准确性。

（二）我国地籍图的比例尺系列

世界上各国地籍图的比例尺系列不一，目前比例尺最大的为1∶250，最小的为1∶5万。例如，日本规定城镇地区为1∶250～1∶5 000，农村地区为1∶1 000～1∶5 000；德国规定城镇地区为1∶500～1∶1 000，农村地区为1∶2 000～1∶5万。

根据国情，我国地籍图比例尺系列一般规定为：城镇地区（指大、中、小城市及建制镇以上地区）地籍图的比例尺可选用1∶500、1∶1 000、1∶2 000，其基本比例尺为1∶1 000；农村地区（含土地利用现状图和土地所有权属图）地籍图的测图比例尺可选用1∶5 000、1∶1万、1∶2.5万、1∶5万，其基本比例尺为1∶1万。

为了满足权属管理的需要，农村居民地及乡村集镇可测绘农村居民地地籍图。农村居民地（或称宅基地）地籍图的测图比例尺可选用1∶1 000或1∶2 000。急用图时，也可编制任意比例尺的农村居民地地籍图，以能准确地表示地籍要素为准。

三、地籍图的分幅与编号

（一）城镇地籍图的分幅与编号

城镇地籍图的幅面通常采用50cm×50cm和50cm×40cm，分幅方法采用有关规范所要求的方法，便于各种比例尺地籍图的连接。

当1∶500、1∶1 000、1∶2 000比例尺地籍图采用正方形分幅时，图幅大小均为50cm×50cm，图幅编号按图廓西南角坐标公里数编号，X坐标在前，Y坐标在后，中间用短横线连接，如图8-1所示。

1∶2 000比例尺地籍图的图幅编号为：689-593；

1∶1 000比例尺地籍图的图幅编号为：689.5-593.0；

1∶500比例尺地籍图的图幅编号为：689.75-593.50。

当1∶500、1∶1 000、1∶2 000比例尺地籍图采用矩形分幅时，图幅大小均为40cm×50cm，图幅编号方法同正方形分幅，如图8-2所示。

1∶2 000比例尺地籍图的图幅编号为：689-593；

1∶1 000比例尺地籍图的图幅编号为：689.4-593.0；

1∶500比例尺地籍图的图幅编号为：689.60-593.50。

若测区已有相应比例尺地形图，地籍图的分幅与编号方法可沿用地形图的分幅与编号，并于编号后加注图幅内较大单位名称或著名地理名称命名的图名。

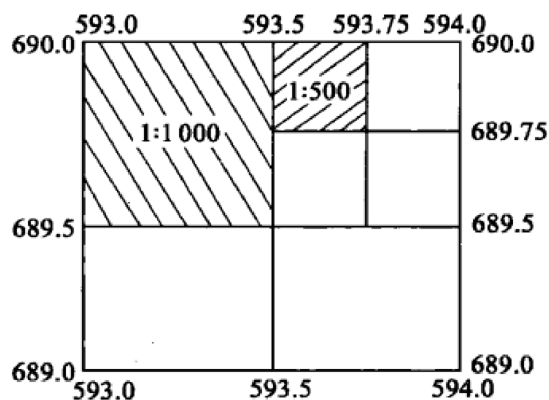


图 8-1 正方形分幅

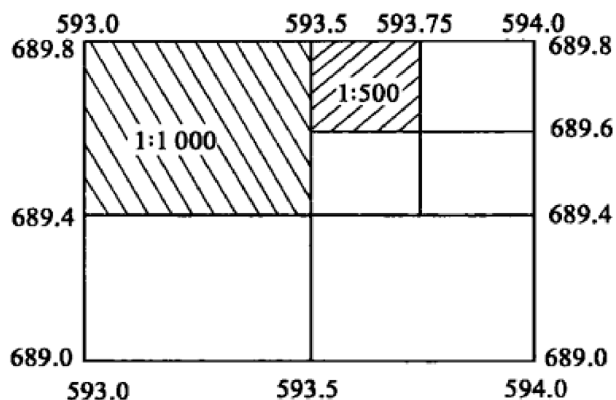


图 8-2 矩形分幅

（二）农村地籍图的分幅和编号

农村居民地地籍图的分幅和编号与城镇地籍图相同。若是独立坐标系统，则是县、乡（镇）、行政村、组（自然村）给予代号排列而成。

农村地籍图（包括土地利用现状图和土地所有权属图）按国际标准分幅编号，其具体方法见有关测量学教材，这里不再详述。

无论是城镇地籍图，还是农村地籍图，均应取注本幅图内最著名的地理名称或企事业单位、学校等名称作为图名，以前已有的图名一般应沿用。

（三）农村地籍图的图幅元素

图幅元素是表示图幅位置和大小的一组数据。由于城镇地籍图比例尺大，图幅尺寸大小不随经纬度而变化，图幅元素由规定的方法确定。农村地籍图比例尺一般在 1∶5 000 至 1∶5万之间，多采用梯形分幅，图廓线为经纬线，图幅元素构成如下：

大地经纬度	L,B
高斯平面直角坐标	X,Y
南北及东西图廓线长	a 南，a 北，c(cm)
图幅对角线长	d(cm)
图幅面积	p(km^2)
子午线收敛角	γ

地籍调查技术人员接到农村地籍图的测绘任务后，应查取图幅元素，以了解图幅的位置和大小，展绘图廓点。在整理成果时，图幅元素还必须填写到图历档案中去，以供内业使用。在土地利用现状调查中，图幅理论面积将作为真值，用以乡、村和各类土地面积的量算与平差的控制。

由高斯投影可知，当知道图廓的地理坐标之后，可用高斯投影正算公式解出图幅元素。测绘部门编制了高斯投影图廓坐标表（可查取 1∶5 000 和 1∶1 万比例尺图幅元素）、高斯-克吕格三度带投影图廓坐标表（可查取 1∶2 000～1∶1 万比例尺图幅元素。）和高斯-克吕格六度带投影图廓坐标表（可查取 1∶1 万～1∶20 万比例尺图幅元素），用于查取图幅元素，方便适用。

四、地籍图的内容

地籍图上应表示的内容，一部分可通过实地调查得到，如街道名称、单位名称、门牌号、河流、湖泊名称等，而另一部分内容则要通过测量得到，如界址位置、建筑物、构筑物等。城镇地籍图和农村地籍图样图分别见图 8-3、图 8-4。

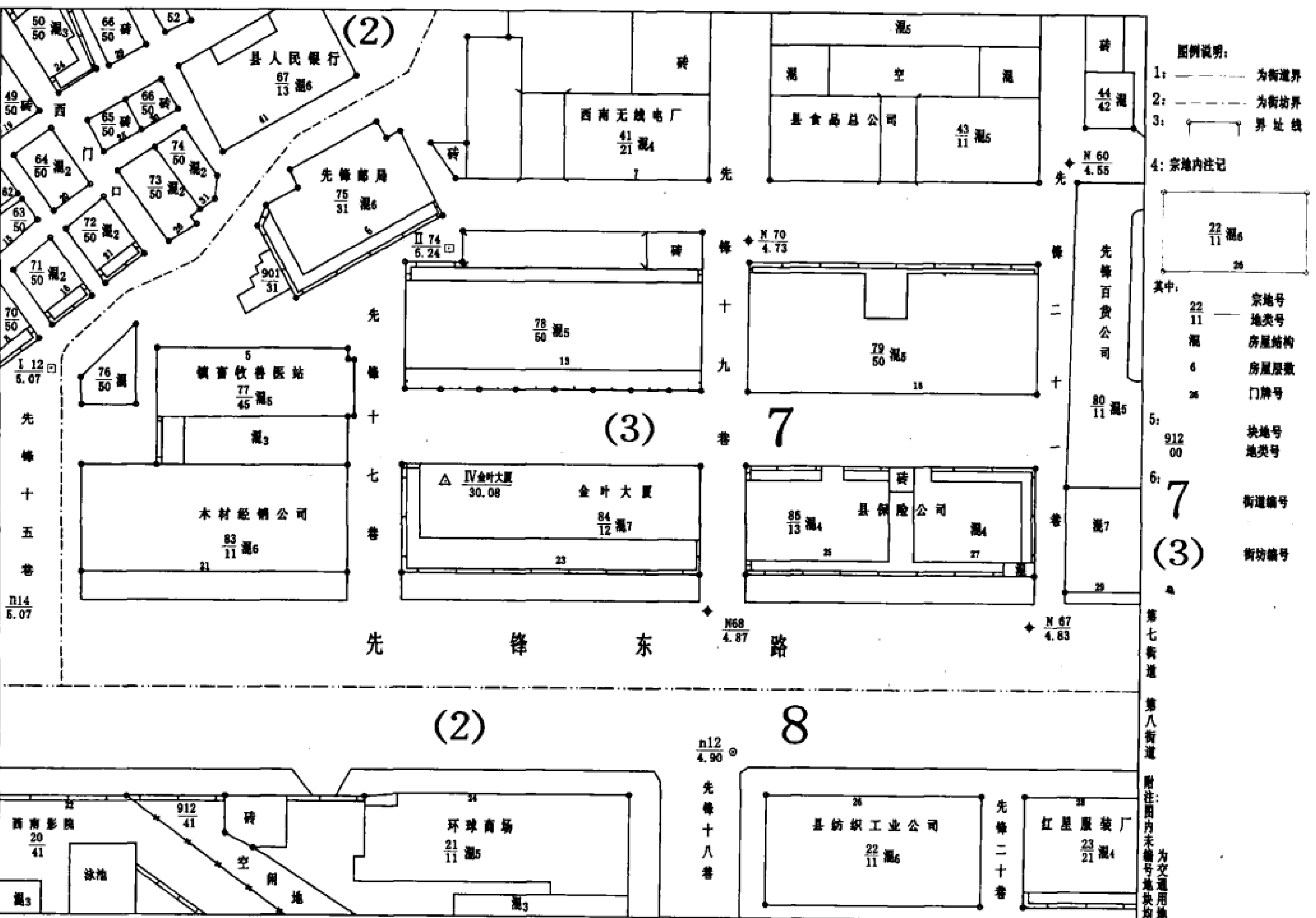
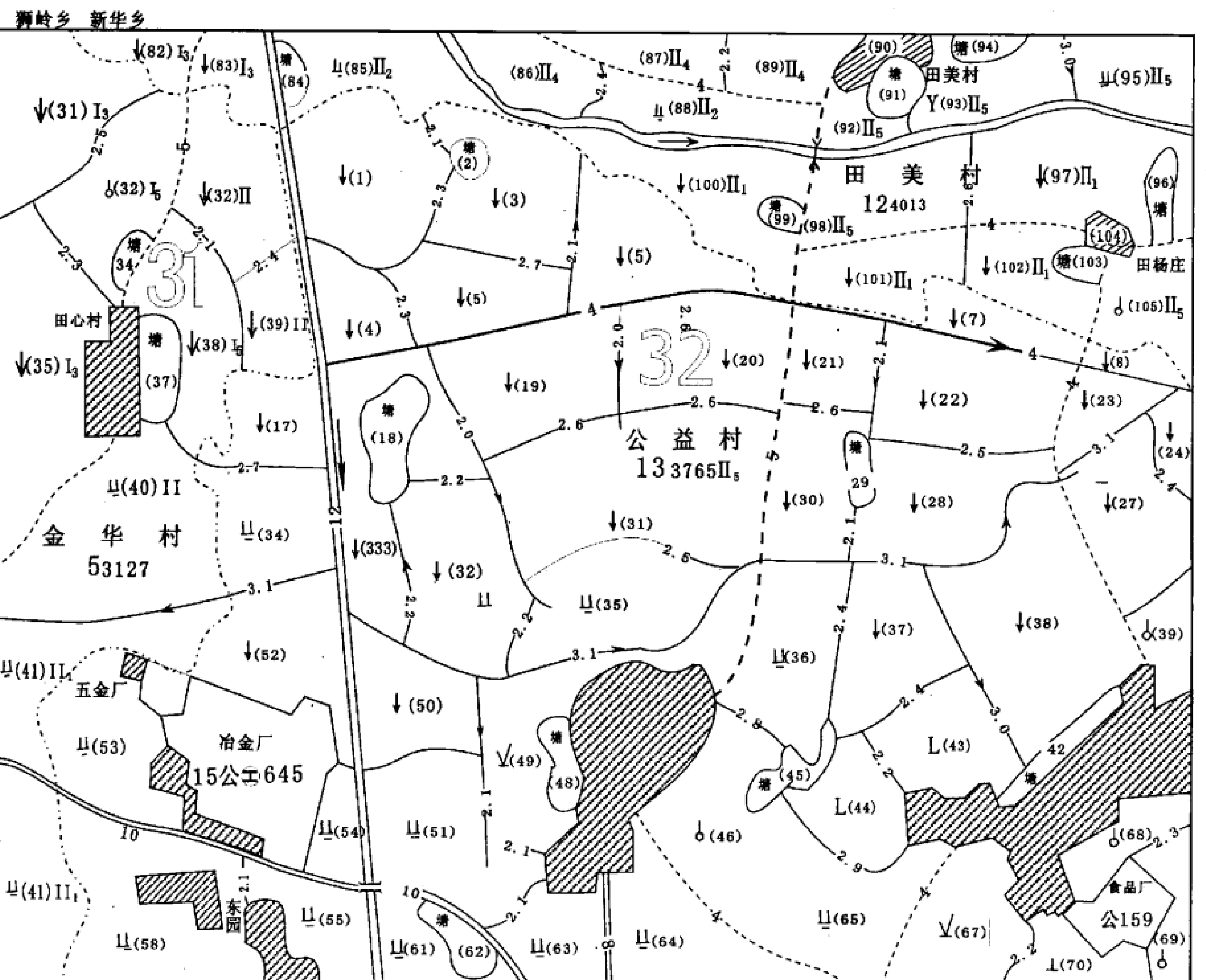

图例说明：
1：为街道界
2：为街坊界
3：界址线
4：宗地内注记
其中：
宗地号
地类号
房屋结构
房屋层数
门牌号
5：块地号
地类号
6：街道编号
街坊编号
第七街道
第八街道
附注：图内未编号地块均为交通用地
县人民银行
先锋邮局
西南无线电厂
县食品总公司
先锋百货公司
镇畜牧兽医站
木材经销公司
金叶大厦
县保险公司
先锋东路
西南影院
泳池
空闲地
环球商场
县纺织工业公司
红星服装厂
先锋十五巷
先锋十七巷
先锋十九巷
先锋二十一巷
先锋十八巷
先锋二十巷
西门口

图 8-3 城镇地籍图样图



狮岭乡
新华乡
田美村
124013
公益村
133765Ⅱ5
金华村
53127
田心村
田美村
田杨庄
五金厂
冶金厂
15公工645
食品厂
公159
东园

图 8-4 农村地籍图样图

（一）地籍图内容的基本要求

（1）以地籍要素为基本内容，突出表示界址点、线；

（2）有必需的数学要素；

（3）必须表示基本的地理要素，特别是与地籍有关的地物要素应予以表示；

（4）地籍图图面必须主次分明、清晰易读，并便于根据多用户需要加绘专用图要素。

（二）地籍图内容选取的基本要点

（1）具有宗地划分或划分参考意义的各类自然或人工地物和地貌，即这些地物或地貌本身就是权属界线或在界线的附近，如墙、埋设的界标、沟、路、坎、建筑物底层的投影线等。

（2）具有土地利用现状分类划分意义或划分参考意义的各种地物或地貌，如田埂、地类界、沟、渠、建筑物底层的投影线等。

（3）土地上的重要附着物，如水系、道路、构筑物、建筑物等，这些地物都是地籍图具有地理性功能的重要要素。

（4）在土地表面下的各种管线及构筑物，在图上不表示，如下水道、自来水管、井盖等。

（5）地面上的管线只表示重要的，如万伏以上高压线、裸露的大型管道（工厂内部的可以根据需要考虑）等。

（6）另外，还有界址点、控制点等点要素。

以上各类要素都是我们在实地上可以感觉到和触摸到的实体，这部分要素回答了宗地或地块在“哪里”、是“多少”的问题。

（7）注记部分，也就是地表自然情况的符号表示，如房屋结构和层数、植被、地理名称等。

（8）标识符，它在地籍图上占有非常重要的位置，它是对地面客体（如土地权属单位、地块）的标识，以便使地籍数据集、地籍簿册和地籍图形集之间有机地连接在一起。标识符的含义和表达的具体内容在地籍数据集和地籍簿册中都有准确和详细的描述。地籍图上主要表示的标识符有：地籍区（街道）号、地籍子区（街坊）号、宗地号、界址点号、利用分类代码、控制点号、房产编号等。

标识符间接地回答了宗地或地块是“谁的”、“怎么样”和“为什么”的问题。

（三）地籍图的基本内容

1. 地籍要素

（1）界址。包括各级行政界址和土地权属界址。不同等级的行政境界相重合时只表示高级行政境界，境界线在拐角处不得间断，应在转角处绘出点或线。当土地权属界址线与行政界线、地籍区（街道）界或地籍子区（街坊）界重合时，应结合线状地物符号突出表示土地权属界址线，行政界线可移位表示。

（2）地籍要素编号。包括街道（地籍区）号、街坊（地籍子区）号、宗地号或地块号、房屋栋号、土地利用分类代码、土地等级等，分别注记在所属范围内的适中位置，当被图幅分割时应分别进行注记。如宗地或地块面积太小注记不下时，允许移注在宗地或地块外空白处并以指示线标明。

（3）土地坐落。由行政区名、街道名（或地名）及门牌号组成。门牌号除在街道首尾及拐弯处注记外，其余可跳号注记。

（4）土地权属主名称：选择较大宗地注记土地权属主名称。

2. 地物要素

(1)作为界标物的地物如围墙、道路、房屋边线及各类垣栅等应表示。

(2)房屋及其附属设施:房屋以外墙勒脚以上外围轮廓为准,正确表示占地状况,并注记房屋层数与建筑结构。装饰性或加固性的柱、垛、墙等不表示;临时性或已破坏的房屋不表示;墙体凸凹小于图上0.4mm不表示;落地阳台、有柱走廊及雨篷、与房屋相连的大面积台阶和室外楼梯等应表示。

(3)工矿企业露天构筑物、固定粮仓、公共设施、广场、空地等绘出其用地范围界线,内置相应符号。

(4)铁路、公路及其主要附属设施,如站台、桥梁、大的涵洞和隧道的出入口应表示,铁路路轨密集时可适当取舍。

(5)建成区内街道两旁以宗地界址线为边线,道牙线可取舍。

(6)城镇街巷均应表示。

(7)塔、亭、碑、像、楼等独立地物应择要表示,图上占地面积大于符号尺寸时应绘出用地范围线,内置相应符号或注记。公园内一般的碑、亭、塔等可不表示。

(8)电力线、通信线及一般架空管线不表示,但占地塔位的高压线及其塔位应表示。

(9)地下管线、地下室一般不表示,但大面积的地下商场、地下停车场及与他项权利有关的地下建筑应表示。

(10)大面积绿化地、街心公园、园地等应表示。零星植被、街旁行树、街心小绿地及单位内小绿地等可不表示。

(11)河流、水库及其主要附属设施如堤、坝等应表示。

(12)平坦地区不表示地貌,起伏变化较大地区应适当注记高程点。

(13)地理名称注记。

3. 数学要素

(1)图廓线、坐标格网线的展绘及坐标注记。

(2)埋石的各级控制点位的展绘及点名或点号注记。

(3)图廓外测图比例尺的注记。

第二节 地籍图的测制

一、基本要求

本节主要指分幅地籍图的测制。测绘地籍图的方法有平板仪测图、摄影测量成图、绘编法成图和全野外数字测图等。本节仅对前三种方法加以介绍,全野外数字测图可参阅本书第十一章。

(一)地籍图的精度要求

通常地籍图的精度包括绘制精度和基本精度两个方面。

1. 绘制精度

绘制精度主要指图上绘制的图廓线、对角线及图廓点、坐标格网点、控制点的展点精度,通常要求是:内图廓长度误差不得大于±0.2mm,内图廓对角线误差不得大于±0.3mm,图廓

点、坐标格网点和控制点的展点误差不得超过±0.1mm。

2. 基本精度

地籍图的基本精度主要指界址点、地物点及其相关距离的精度。通常要求如下：

(1)相邻界址点间距、界址点与邻近地物点之间的距离中误差不得大于图上±0.3mm。依测量数据装绘的上述距离中误差不得大于图上±0.3mm。

(2)宗地内外与界址边相邻的地物点，不论采用何种方法测定，其点位中误差不得大于图上±0.4mm，邻近地物点间距中误差不得大于图上±0.5mm。

(二)地物测绘的一般原则

地籍图上地物的综合取舍，除根据规定的测图比例尺和规范的要求外，还必须首先充分根据地籍要素及权属管理方面的需要来确定必须测绘的地物，与地籍要素和权属管理无关的地物在地籍图上可不表示。对一些有特殊要求的地物（如房屋、道路、水系、地块）的测绘，必须根据相关规范和规程在技术设计书中具体指明。

(三)图边的测绘与拼接

为保证相邻图幅的互相拼接，接图的图边一般均须测出图廓线外5～10mm。地籍图接边差不超过规范规定的点位中误差的$2\sqrt{2}$倍。小于限差平均配赋，但应保持界址线及其他要素间的相互位置。避免有较大变形，超限时需检查纠正。如采用全野外数字化测图技术或数字摄影测量技术，则无接边要求。

(四)地籍图的检查与验收

为保证成果质量，须对地籍图执行质量检查制度。测量人员除平时对所观测、计算和绘图工作进行充分的检核外，还需在自我检查的基础上建立逐级检查制度。图的检查工作包括自检和全面检查两种。检查的方法分室内检查、野外巡视检查和野外仪器检查。在检查中对发现的错误，应尽可能予以纠正。如错误较多，则按规定退回原测图小组予以补测或重测。测绘成果资料经全面检查认为符合要求，即可予以验收，并按质量评定等级。技术检查的主要依据是技术设计书和测量技术规范。

二、平板仪测图

平板仪测图的方法，一般适用于大比例尺的城镇地籍图和农村居民地地籍图的测制，其作业顺序为测图前的准备（图纸的准备、坐标格网的绘制、图廓点及控制点的展绘），测站点的增设，碎部点（界址点、地物点）的测定，图边拼接，原图整饰，图面检查验收等工序。

碎部点的测定方法一般采用极坐标法和距离交会法。在测绘地籍图时，通常先利用实测的界址点展绘出宗地位置，再将宗地内外的地籍、地形要素位置测绘于图上。这样做可减少地物测绘错误发生的概率。

三、摄影测量测制地籍图

摄影测量在地籍测量中的应用主要有以下几个方面：

——测制多用途地籍图；

——用于土地利用现状分类的调查、制作农村地籍图和土地利用现状图；

——加密界址点坐标（主要用于农村地区土地所有权界址点，见第七章第三节）；

——作为地籍数据库的数据采集站。

当用于制作城镇地籍图时,通常用全站仪实测界址点坐标。

摄影测量作为有别于普通测量技术的另一种测量技术,已从传统的模拟法过渡到解析法并向数字摄影测量方向发展,并广泛应用于地籍测量工作中。无论摄影测量处于何种发展阶段,制作地籍图和其他图件的作业流程大致如图 8-5 所示。

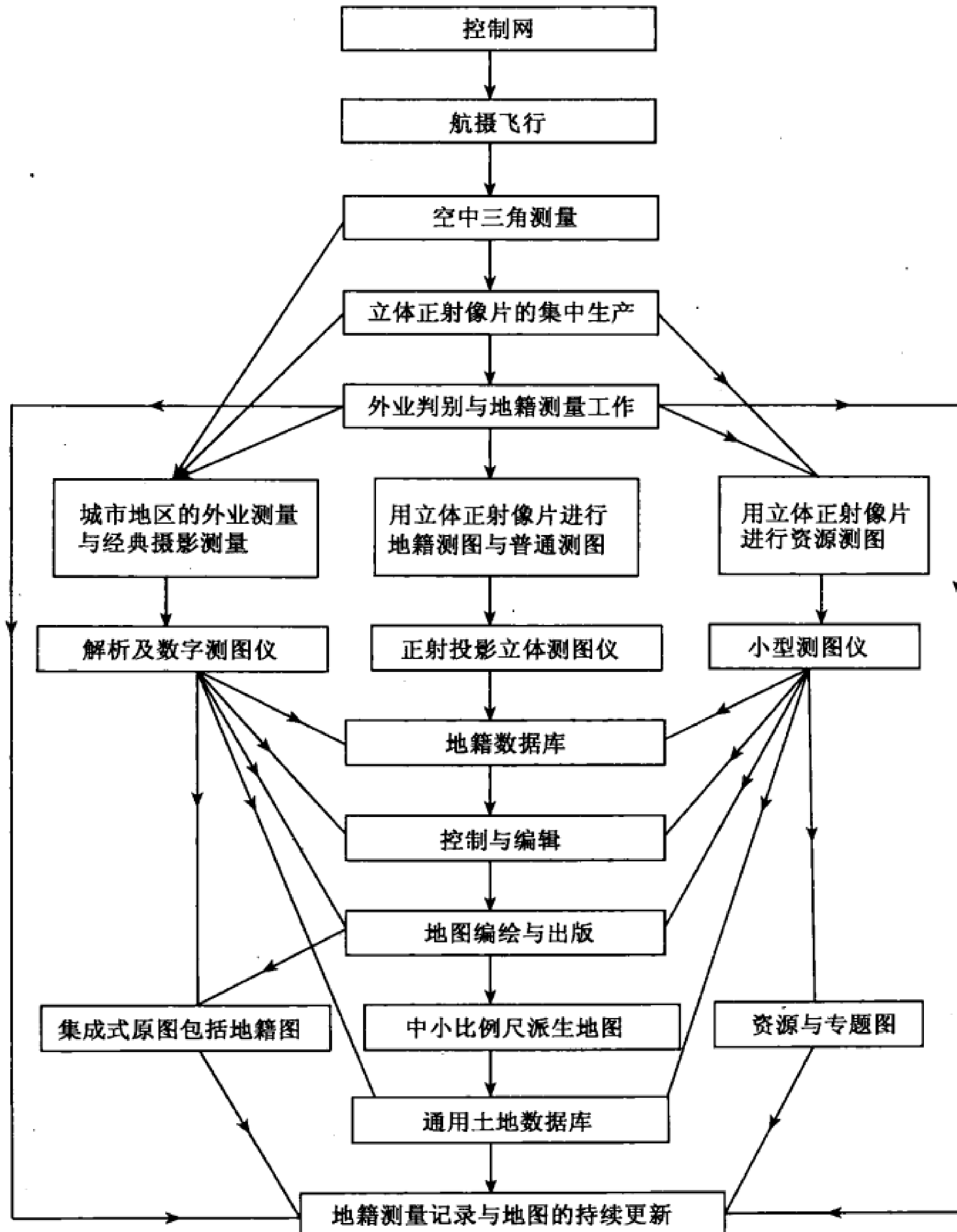


图 8-5　包括地籍测量在内的集成式测图系统的作业流程图

现阶段,摄影测量技术主要用于测制农村地籍图。农村地籍界址点的精度要求较低,一般为 0.25 ~ 1.50m(居民点除外),因此可在航片上直接描绘出土地权属界线的情况。如有

正射像片或立体正射像片，则可直接从中确定出土地利用类别和土地权属界线，并方便地测算出各土地利用类别的面积和土地权属单位的面积。借助数字摄影测量系统可制作出数字线划土地利用现状图和农村地籍图。

本节未涉及的摄影测量在地籍测量中的应用，可参考有关摄影测量教材和本教材的有关章节，在此不再重述。

四、编绘法成图

大多数城镇已经测制有大比例尺的地形图，在此基础上按地籍的要求编绘地籍图，不失为快速、经济、有效的方法。如地形图已数字化，则可直接在计算机上编绘地籍图。为满足对地籍资料的急需，可利用测区内已有地形图、影像平面图编制地籍图。

（一）模拟地籍图的编绘

1. 作业程序

（1）首先选用符合地籍测量精度要求的地形图、影像平面图作为编绘底图（即地形图或影像平面图地物点点位中误差应在±0.5mm 以内）。编绘底图的比例尺大小应尽可能选用与编绘的地籍图所需比例尺相同。

（2）由于地形图或影像平面图的原图一般不能提供使用，故必须利用原图复制成二底图。复制后的二底图应进行图廓方格网变化情况和图纸伸缩的检查，当其限差不超过原绘制方格网、图廓线的精度要求时，方可使用。

（3）外业调绘工作可在该测区已有地形图（印刷图或紫、蓝晒图）上进行，按地籍测量外业调绘的要求执行。外业调绘时，对测区的地物的变化情况加以标注，以便制定修测、补测的计划。

（4）补测工作在二底图上进行。补测时应充分利用测区内原有控制点，如控制点的密度不够时则应先增设测站点。必要时也可利用固定的明显地物点，采用交会定点的方法，施测少量所需补测的地物。

补测的内容主要有界址点的位置，权属界址线所必须参照的线状地物，新增或变化了的地物等地籍和地形要素。补测后相邻界址点和地物点的间距中误差，不得大于图上±0.6mm。

（5）外业调绘与补测工作结束后，将调绘结果转绘到二底图上，并加注地籍要素的编号与注记，然后进行必要的整饰、着墨，制作成地籍图的工作底图（或称草编地籍图）。

（6）在工作底图上，采用薄膜透绘方法，将地籍图所必须的地籍和地形要素透绘出来，舍去地籍图上不需要的部分（如等高线）。蒙透绘所获得的薄膜图经清绘整饰后，即可制作成正式的地籍图。

2. 编绘的精度

模拟地籍图编绘的精度取决于所利用的地形图或影像平面图的精度。当地形原图的精度超过一定限值时，该图就不适用于编绘地籍图。当利用测区已有较小一级比例尺地形图放大后编制地籍图，如用 1：1 000 比例尺地形图放大为 1：500 比例尺地形图，以编绘 1：500比例尺地籍图时，首先必须考虑放大后地形原图的精度，能否满足地籍图的精度要求。通常模拟编绘的地籍图上，界址点和地物点相对于邻近地籍图根控制点的点位中误差及相邻界址点的间距中误差不得超过图上±0.6mm，具体公式推导见有关书籍。

（二）数字地籍图的编绘

如图 8-6 所示，利用地形（地籍）图编制数字地籍图就是以现有的满足精度要求的大比例尺地形（地籍）图为底图，结合部分野外调查和测量对上述数据进行补测或更新，然后数字化，经编辑处理形成以数字形式表示的地籍图。为了满足地籍权属管理的需要，对界址点通常采用全野外实测的方法。编制数字地籍图的基本步骤为编辑准备阶段、数字化阶段、数据编辑处理阶段和图形输出阶段。

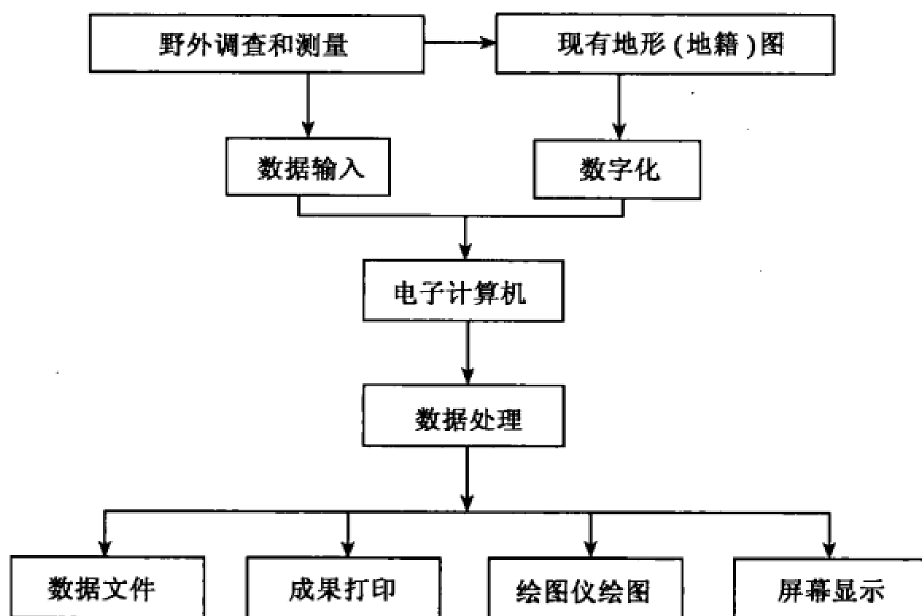


图 8-6　利用地形（地籍）图编制数字地籍图

第三节　宗地图的测制

一、宗地图的概念

宗地图是以宗地为单位编绘的地籍图。它是在地籍测绘工作的后阶段，当对界址点坐标进行检核后，确认准确无误，并且在其他的地籍资料也正确收集完毕的情况下，依照一定的比例尺制作成的反映宗地实际位置和有关情况的一种图件。日常地籍工作中，一般逐宗实测绘制宗地图。宗地图样图见图 8-7。

二、宗地图的内容

通常要求宗地图的内容与分幅地籍图保持一致，具体内容如下：

（1）所在图幅号、地籍区（街道）号、地籍子区（街坊）号、宗地号、界址点号、利用分类号、土地等级、房屋栋号。

（2）用地面积和实量界址边长或反算的界址边长。

（3）邻宗地的宗地号及相邻宗地间的界址分隔示意线。

单位：m/m²

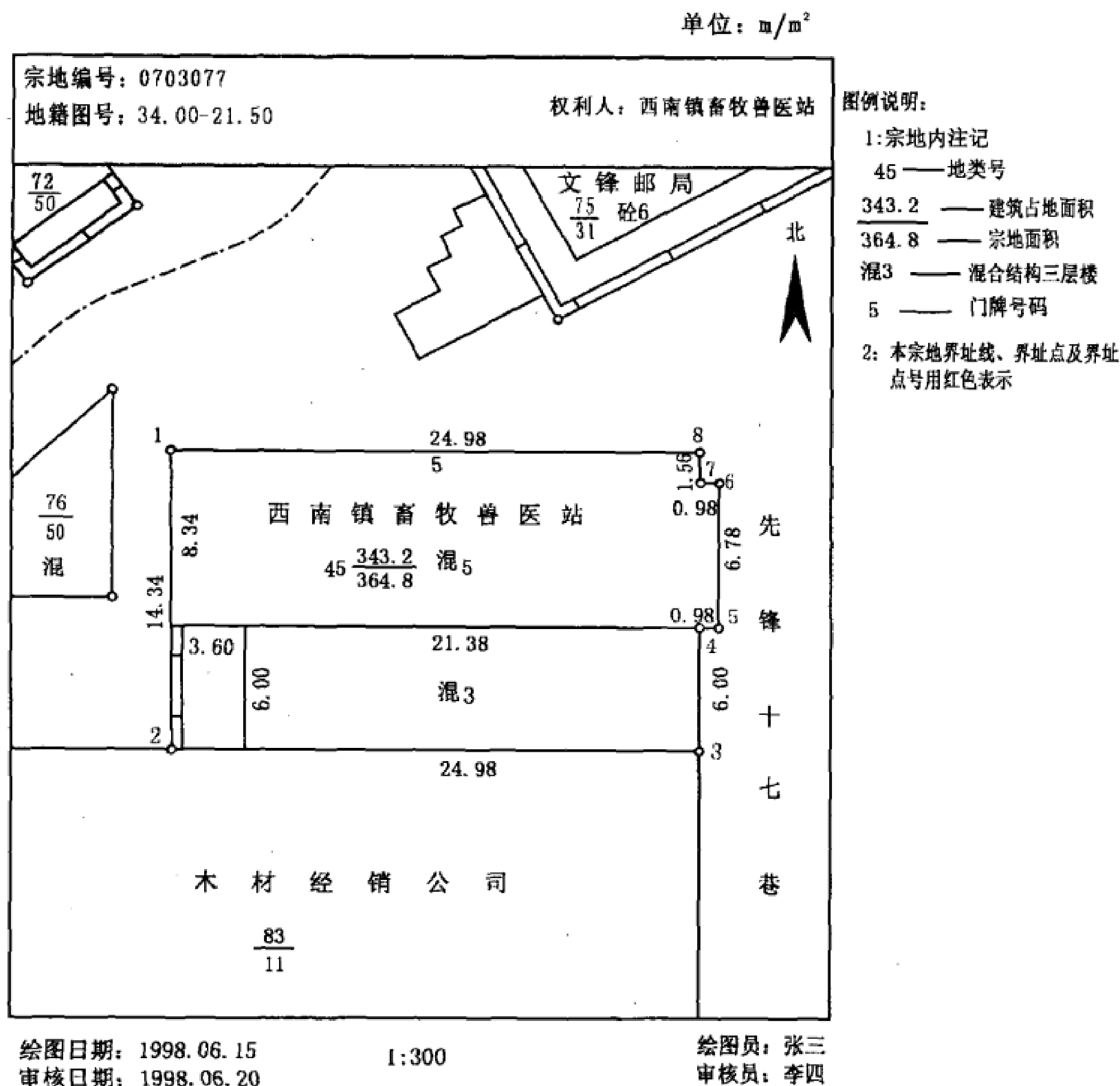


图 8-7 宗地图样图

(4)紧靠宗地的地理名称。

(5)宗地内的建筑物、构筑物等附着物及宗地外紧靠界址点线的附着物。

(6)本宗地界址点位置、界址线、地形地物的现状、界址点坐标表、权利人名称、用地性质、用地面积、测图日期、测点(放桩)日期、制图日期。

(7)指北方向和比例尺。

(8)为保证宗地图的正确性,宗地图要检查审核,宗地图的制图者、审核者均要在图上签名。

三、宗地图的特性

根据宗地图的概念和内容,宗地图有以下特性:

(1)它是地籍图的一种附图,是地籍资料的一部分。

(2)图中数据都是实量或实测得到,精度高并且可靠。

(3)其图形与实地有严密的数学相似关系。

(4)相邻宗地图可以拼接。

(5)标识符齐全,人工和计算机都可方便地对其进行管理。

四、宗地图的作用

基于以上特性,宗地图有以下作用:

(1)宗地图是土地证上的附图,它通过具有法律手续的土地登记过程的认可,使土地所有者或使用者对土地的使用或拥有有可靠的法律保证,宗地草图却不能做到这一点。

(2)宗地图是处理土地权属问题的具有法律效力的图件,比宗地草图更能说明问题。

(3)在变更地籍测绘中,通过对这些数据的检核与修改,可以较快地完成地块的分割与合并等工作,直观地反映宗地变更的相互关系,便于日常地籍管理。

五、宗地图的编绘技术要求

编绘宗地图时,应做到界址线走向清楚,坐标正确无误,面积准确,四至关系明确,各项注记正确齐全,比例尺适当。

宗地图图幅规格根据宗地的大小选取,一般为 32 开、16 开、8 开等,界址点用 1.0mm 直径的圆圈表示,界址线粗 0.3mm,用红色或黑色表示。

宗地图在相应的基础地籍图或调查草图的基础上编制,宗地图的图幅最好是固定的,比例尺可根据宗地大小选定,以能清楚表示宗地情况为原则。

第四节　土地利用现状图与农村居民地地籍图的编制*

一、土地利用现状图的编制

土地利用现状图是土地利用现状调查工作结束时需要提交的主要成果之一,也是地籍管理和土地管理工作的重要基础资料,必须认真编制。

(一)基本要求

1. 成图的基本类型

目前土地利用现状图有两类:一类是分幅土地利用现状图,另一类是行政区域的土地利用现状图(岛图),它是在分幅土地利用现状图的基础上编绘而成的。

2. 成图比例尺及图幅大小

乡级土地利用现状图的成图比例尺一般与调查底图比例尺一致,即农区 1:1 万、重点林区 1:2.5 万、一般林区 1:5 万、牧区 1:5 万或 1:10 万,图面开幅可根据面积大小、形状、图面布置等分为全开或对开两种。县级土地利用现状图除面积较大或形状窄长的县用 1:10 万比例尺图外,通常以 1:5 万比例尺成图,采用全开幅。

(二)图的内容

土地利用现状图上应反映的内容有:图廓线及公里网线、各级行政界、水系、各种地类界及符号、线状地物、居民地、道路、必要的地貌要素、各要素的注记等。为使图面清晰,平原地区适当注记高程点,丘陵山区只绘计曲线。

二、乡级土地利用现状图的编制

(一)编制方法

按乡级单位的地理位置,将所涉及的图幅土地利用现状调查转绘底图拼接起来。拼接时以四个内图廓点和公里网作控制,并进行接边检查,然后利用0.05~0.07mm厚的磨面聚酯薄膜,采用连编带绘一次成图的透绘作业,即把制作编绘原图与出版原图两道工序合并在一起的作业方法。

(二)编制的程序

1. 图上内容的编制顺序及作业要点

(1)图廓线及公里网线。内图廓线、经纬线、公里网线。附图图廓线粗0.15mm、外图廓线粗1.0mm,图内公里网线长1cm、粗0.1mm。其精度要求:图廓线边长误差±0.1mm,对角线边长误差±0.3mm,公里网连线误差±0.1mm。

(2)水系。湖泊、双线河、大中小型水库、坑塘、单线河(先主后支)、渠道等及其附属物,按原图全部透绘。图式符号及尺寸按《规程》附录清绘。

(3)居民地。农村居民点、城镇、独立工矿用地等均按底图形状进行透绘,其外围线用粗0.15mm实线表示。图形内,根据需要可用粗0.1mm线条与南图廓线成45°角加绘晕线,线隔0.8mm。

(4)道路。按主次依次透绘铁路、公路、农村路,其符号及尺寸见《规程》。

(5)行政界。省、地、县、乡、村各级行政界,自上而下依次透绘。线段长短、粗细、间隔均按《规程》要求。行政界相交时要做到实线相交,相邻行政界只绘出2~3节。飞地权属界按其地类用相应符号表示。

(6)地类界。以0.2mm实线表示。作业过程中,需注意不要因跑线及移位而使图形变形。

(7)进行各要素的注记。

(8)整饰。按图面设计要求,图名配置在图幅上方中间为宜,字体底部距外图廓线1.0~1.5cm,图签配置在图的右下方。

2. 自检、互检、审核、修改、图幅清绘

整饰完成后,应按设计要求,对照底图全面进行自检、互检,再交作业组、专业队审核。对检查出的问题进行修改,最后提交验收。

3. 复制、着色

(1)复制。乡级土地利用现状图的复制,一般可采用静电复印(照)的方法,也可用熏图复制成图的方法直接晒成蓝图。限于条件,一般不采用线画套印。

(2)着色。一般采用水彩着色,也可用油彩着色。

三、县级土地利用现状图的编制

1. 编图的原则和依据

(1)制图单元以土地利用现状分类单元为编图依据,进行制图综合。

(2)制图综合时,应贯彻“表示主要的、去掉次要的”原则。根据土地利用类型的区域特征,对各种地类要素进行科学分析,从水系综合、图形碎部综合、面积综合三方面对图斑进行

简化、概括，力求保持地貌单元的完整性，注意图斑形状、走向同地貌单元相吻合，使综合后的图斑面积与原图斑面积相一致。

(3)通过不同的制图单元和图斑间的不同组合差异来反映土地利用现状的分布规律和区域特征的差异性。

2. 编绘草图

(1)按1：5万比例尺图的编绘要求，在1：1万分幅土地利用现状图上进行综合取舍，逐一编制。

(2)以1：5万地形图或素图的数学基础作为编制县级土地利用现状成果图的数学基础。在1：5万工作底图上标绘出相应的16幅1：1万地形图的图廓点，以图廓点、经纬网、公里网和控制点作控制。

(3)将经过综合取舍、编制的1：1万土地利用现状图的各类要素缩编到1：5万地形图或素图上，编绘成1：5万的分幅土地利用现状草图。缩编可采用机械缩放仪法、复照法等。

3. 编稿原图

(1)把1：5万分幅的土地利用现状草图，按县级制图范围进行拼幅。拼幅时以图廓点、经纬网、公里网和控制点作控制，并进行图幅接边检查。

(2)用0.05～0.07mm厚的聚酯薄膜蒙到已拼幅的草图上，进行透绘、整饰，清绘成县级1：5万土地利用现状编稿原图。

(3)图面清绘。按《规程》规定的图式符号进行清绘、透绘，清绘的顺序与乡级土地利用现状图相同。

4. 复制

已编制好的县级土地利用现状原图，需复制若干份，以提供各部门使用和报上级土地管理部门。其复制方法有熏图复制、晒蓝复制、印刷复制等。

四、土地所有权属图的编制

(一)分幅土地权属界线图的编制

土地权属界线图是地籍管理的基础图件，也是土地利用现状调查的重要成果之一。

土地权属界线图与其他专题地图一样，除了要保持同比例尺线划图的数学基础、几何精度外，在专题内容上，应突出土地的权属关系。它以土地利用现状调查成果图为依据，用界址拐点、权属界址线相应的地物图式符号及注记。

分幅土地权属界线图与土地利用现状调查工作底图比例尺相同。土地权属界址线、界址拐点可利用分幅土地利用现状调查底图透绘得到。编制方法与内容如下：

(1)用0.05～0.07mm厚的聚酯薄膜覆盖在分幅的土地利用现状调查底图上，透绘图廓点及内、外图廓线和公里网线，并以此作控制进行编制。

(2)用直径0.1mm的小圆点准确透刺权属拐点，并用半径1mm的圆圈整饰。无法用圆圈整饰时，需以0.3mm小圆点表示权属界线，用0.2mm粗的实线透绘。同一幅图内各拐点用阿拉伯数字顺序编号。图上拐点密集，两拐点间的距离小于10mm时，可用0.3mm小圆点只标拐点位置，不画界址点圆圈。

(3)县、乡、村等各行政单位所在地表示出建成区的范围线。并分别注记县、乡村名。

(4)图上面积小于$1cm^2$的独立工矿用地及居民点以外的机关、团体、部队、学校等企事业单位用地，界址点上不绘小圆圈，只绘权属界线，并在适当位置注记土地使用者的名称。

(5)依比例尺上图的线状地物，在对应的两侧同时有拐点且其间距小于2mm时，只透绘拐点，不绘小圆圈。依比例尺上图的铁路、公路等线状地物，只绘界址线，不绘其图式符号，但应注记权属单位名称。

(6)不依比例的单线线状地物与权属界线重合，用长10mm、粗0.2mm、间隔2mm的线段沿线状地物两侧描绘。当行政界线与权属界线重合时，只绘行政界而不绘权属界。行政界线下一级服从于上一级。

(7)飞地用0.2mm粗的实线表示，并详细注记权属单位名称，如县、乡、村名。

(8)增绘。根据需要，可增绘对权属界址拐点定位有用的相关地物及说明权属界线走向的地貌特征。

(二)土地证上所附的土地所有权界线图的蒙绘

土地证上所附的土地权属界线图，以0.05mm厚的聚酯薄膜蒙在分幅的1:1万比例尺土地利用现状图上，将本村权属界址点刺出，以半径1mm小圆圈整饰并编号，用0.2mm红实线表示界址线。从拐点引绘出四至分界线，用箭头表示分界地段，并注明相邻土地所有权单位和使用单位名称。

五、农村居民地地籍图

农村居民地是指建制镇(乡)以下的农村居民地住宅区及乡村圩镇。由于农村地区采用1:5 000、1:1万较小比例尺测绘分幅地籍图，因而地籍图上无法表示出居民地的细部位置，不便于村民宅基地的土地使用权管理，故需要测绘大比例尺农村居民地地籍图，用作农村地籍图的加细与补充，是农村地籍图的附图(见图8-8)，以满足地籍管理工作的需要。

农村居民地地籍图的范围轮廓线应与农村地籍图(或土地利用现状图)上所标绘的居民地地块界线一致。农村居民地地籍图采用自由分幅以岛图形式编绘。

城乡结合部或经济发达地区的农村居民地地籍图一般采用1:1 000或1:2 000比例尺，按城镇地籍图测绘方法和要求测绘。急用图时，也可采用航摄像片放大，编制任意比例尺农村居民地地籍图。

居民地内权属单元的划分、权属调查、土地利用类别、房屋建筑情况的调查与城镇地籍测量相同。

农村居民地地籍图的编号应与农村地籍图(或土地利用现状图)中该居民地的地块号一致，居民地集体土地使用权宗地编号按居民地的自然走向1,2,3,…顺序进行编号。居民地内的其他公共设施，如球场、道路、水塘等，不作编号。

农村居民地地籍图表示的内容一般包括：

(1)自然村居民地范围轮廓线、居民地名称、居民地所在的乡(镇)、村名称，居民地所在农村地籍图的图号和地块号。

(2)集体土地使用权宗地的界线、编号、房屋建筑结构和层数，利用类别和面积。

(3)作为权属界线的围墙、垣栅、篱笆、铁丝网等线状地物。

(4)居民地内公共设施、道路、球场、晒场、水塘和地类界等。

(5)居民地的指北方向。

(6)居民地地籍图的比例尺等。

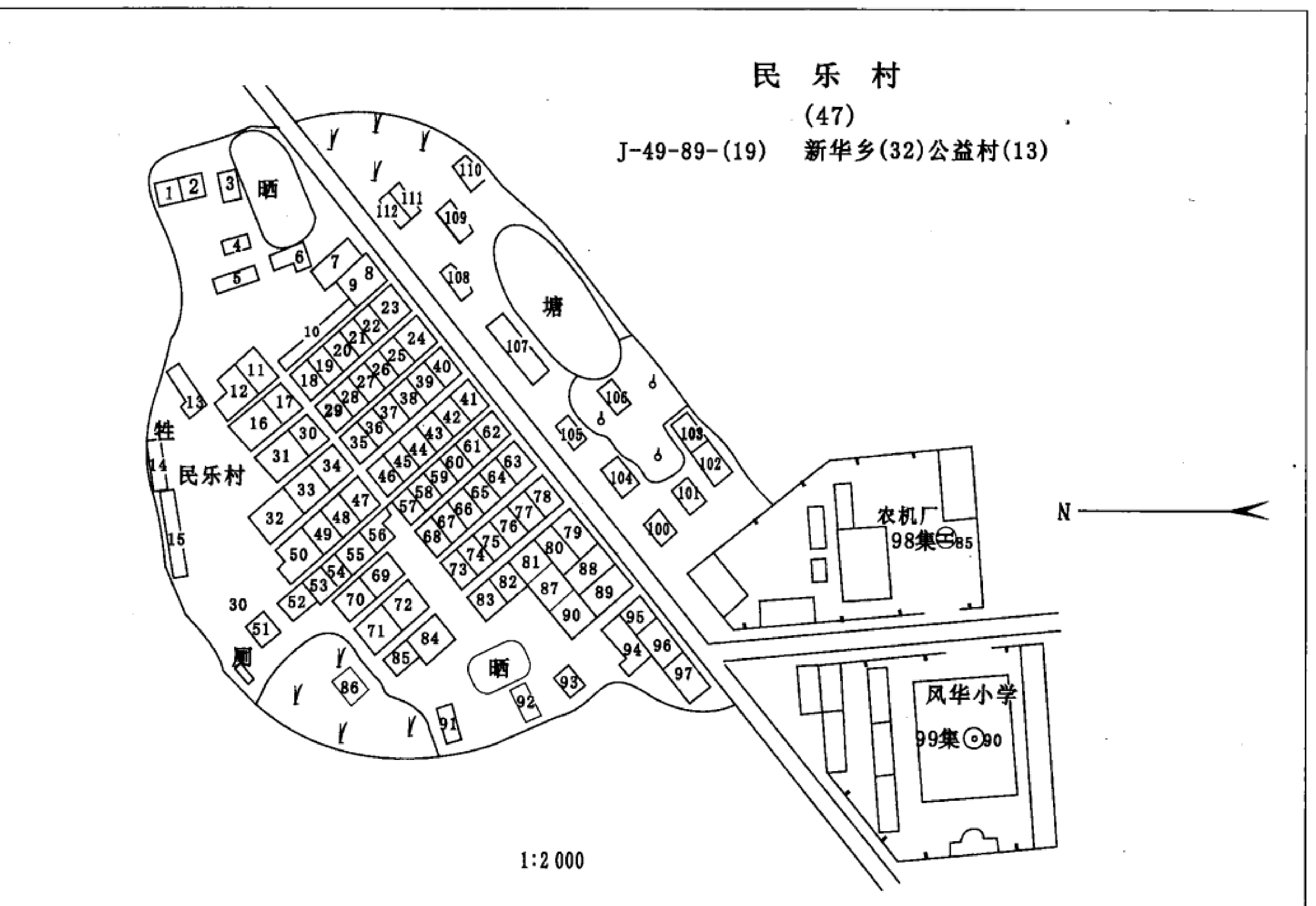


图 8-8 农村居民地地籍图样图

第五节　房产图的测绘*

房产图是房屋产权产籍管理的基础资料，它全面反映了土地和房屋基本情况和权属界线，是房产测量的主要成果。按房产管理的需要，房产图可分为分幅房产平面图（以下简称分幅图）、分宗房产平面图（以下简称分宗图）和分户房产平面图（以下简称分户图）。分幅图是全面反映房屋及其用地的位置和权属等状况的基本图，是测制分宗图和分户图的基础。

一、分幅图的测绘

原则上，分幅图是在已有地籍图的基础上加上房产调查的成果制作而成的，也可以以地形图为基础测制分幅图，还可以单独测绘分幅图。

分幅图上主要表示房产管理需要的各项地籍要素和房产要素，如控制点、行政境界、宗地界线、房屋、房屋附属设施和房屋维护物、宗地号、幢号、房产权号、门牌号、房屋产别、结构、层数、房屋用途和用地分类等。这些内容要根据调查的资料以及相应的数字、文字和符号在图上加以表示。房产分幅平面图样图见图 8-9。

二、分宗图测绘

分宗图是分幅图的局部图件，是绘制房产权证附图的基本图。

（一）分宗图测绘的有关规定

分宗图是分幅图的局部图件，它的坐标系与分幅图的坐标系一致；比例尺可根据宗地图面积的大小和需要在 1 : 100 ~ 1 : 1 000 之间选用；幅面大小在 32 开至 4 开之间选用。分宗图可在聚酯薄膜上测绘，也可选用其他图纸。分宗图是房屋产权证的基本图。分宗图的测绘精度要求是地物点相对于邻近控制点的点位误差不超过 0.5mm。

（二）分宗图测绘的内容和要求

（1）分宗图除表示分幅图的内容外，还表示房屋产权界线、界址点、挑廊、阳台、建成年份、用地面积、建筑面积、用地面积、宗地界线长度、房屋边长、墙体归属和四至关系等房产要素。

（2）房屋应分栋丈量边长，用地按宗地丈量边长，边长量测到 0.01m，也可以界址点坐标反算边长。对不规则的弧形，可按折线分段丈量。

（3）挑廊、挑阳台、架空通廊，以栏杆外围投影为准，用虚线表示。

（4）分宗图中房屋注记内容有产权类别、建筑结构、层数、幢号、建成年份、建筑面积、门牌号、宗地号、房屋用途和用地分类、用地面积、房屋边长、界址线长、界址点号，各项内容分别用数字注记。房产分宗平面图样图见图 8-10。

三、分户图的测绘

分户图是在分宗图的基础上绘制的，以一个产权人为单位，表示房屋权属范围内的细部图件，供核发房屋产权证使用。

（一）分户图测绘的有关规定

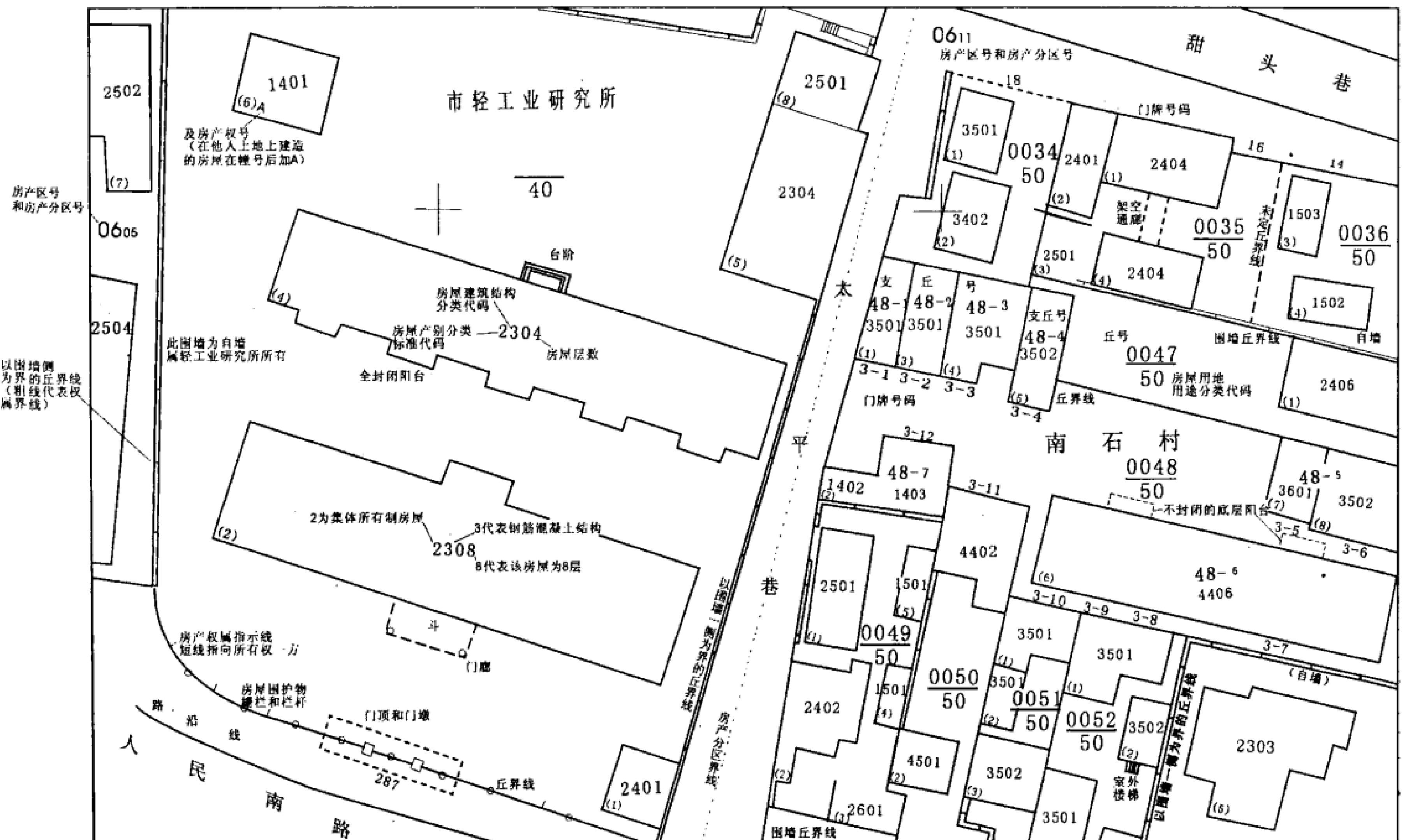


图 8-9 房产分幅平面图样图



图 8-10 房产分宗平面图样

(1)分户图采用的比例尺一般为 1∶200。若房屋过大或过小,比例尺也可适当放大或缩小,也可采用与分幅图相同的比例尺。

(2)分户图的幅面规格一般采用 32 开或 16 开两种尺寸,图纸图廓线、产权人、图号、测绘日期、比例尺、测图单位均应按要求书写。

(3)分户图图纸一般选用厚度为 0.07 ~ 0.1mm、经定型处理变形率小于 0.02‰的聚酯薄膜,也可选用其他的图纸。

(4)分户图的方位应使房屋的主要边线与轮廓线平行,按房屋的朝向横放或竖放。分户图的方向应尽可能与分幅图一致,如果不一致,需在适当位置加绘指北方向。

(二)分户图的成图方法

分户图的成图可以直接利用测绘的分幅图上属于本户地范围的部分,进行实地调查核

实修测后，绘制成分户图。

分幅图测绘完成以后，可根据户主在登记申请书指明的使用范围制作分户图。

如没有房产分幅图可以提供，而房产登记和发证工作又亟待开展，可以按房产分宗分户的范围在实地直接测绘分户图，然后再按房产分户图的要求标注相应的内容。

为了能够明确表示各户占有房地的情况，对分户平面图的绘制可分为下列几类：

(1)宗地内，房、地同属一户的。发证时，也只按用地范围复制房产分户图一份，用以表示该户占用土地和占有房产的情况。

(2)宗地内，房、地不完全同属一户的。发证时，有几户应复制几份房产分户图。这样，每户可以有一份房产分户图，用以表明各自占有的房地情况。

(3)对其中一栋房屋由几户占有的，则对该栋房屋绘制相应份数的分层分间平面图作为附图，分别标明各户占有房产的部位界线和建筑面积，以表明一户在该栋房屋中占有的房产情况。

(4)各户占有的建筑面积应按具体情况分别计算。如果各户房产是分层占有的，或各户占有的房产有明确的界线，则各户占有的建筑面积应分层或按明确界线分开计算。如各户占有的房产无明确界线，则可按各户占有的房屋使用面积的比例，分摊计算各户建筑面积。

(5)对多户共用的房屋，如果占有的部位界线不能明确划分开，则只能作为共有产一户处理，除应在图上标明共有的房屋部位共有界线和建筑面积外，尚应详细记载共有人姓名，说明共有情况，如有可能应详细记载各人占有房屋的比例。

(三)分户图测绘的内容和要求

1. 分户图的内容

分户图测绘的内容主要是房屋、土地以及围护物的平面位置与各地物点之间的相对关系，并着重于房屋的权属界线、四面墙体的归属、楼梯、过道等公用部位，门牌号码、所在层次、室号或户号、房屋建筑面积和房屋边长。

2. 分户图的表示方法与测绘要求

分户图以宗地为单位绘制，一宗地内的房屋，不论是一户或数户所有，均绘制在一张图纸上。一个宗地内的房屋、土地如果分属两幅图上的，应绘制在一张分户图上，用铅笔标定其图幅的接边线。

一个宗地内只有一个产权时，房屋轮廓线用实线表示；一个宗地内有数户房产权时，房屋轮廓线用房屋所有权界线表示。房屋轮廓线、房屋所有权界线与土地使用权界线重合时，用土地使用权界线表示。

房屋的权属界线，包括墙体归属，按图式要求表示。墙体归属应标示出自有墙、借墙、共有墙符号，楼梯、过道等共同部位在适当位置加注。

房屋轮廓线长度注记在房屋轮廓线内侧中间位置，注记至0.01m。

房屋边长应实地丈量，房屋前后、左右两相对边边长之差和整栋房屋前后、左右两相对边边长之差符合有关规定。

不规则图形的房屋边长丈量应加辅助线，辅助线的条数等于不规则多边形边数减3，图形中每增加一个直角，可少量一条辅助线。

分户房屋权属面积应包括共有公用部位分摊的面积。注在房屋所在层次的下方；房屋

建筑面积注在房屋图形内，下加一条横线；共有公用部位本户分摊面积注在左下角。

户(室)号和本户所在栋号、层次注记在房屋图形上方。

房屋分户平面图见图 8-11。

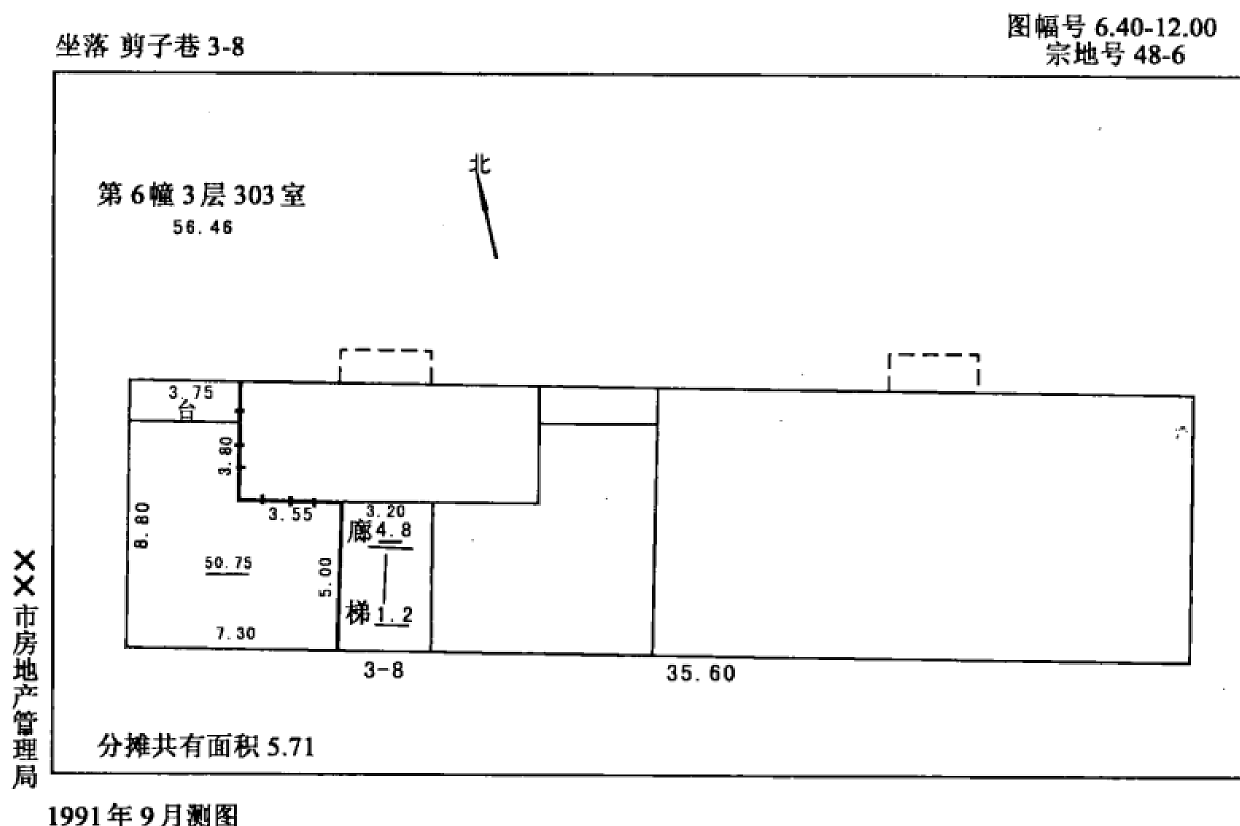


图 8-11 房屋分户平面图

思 考 题

1. 什么是地籍图？我国现在主要测绘制作的地籍图有哪些？
2. 试述选择地籍图比例尺的依据和我国的地籍图比例尺系列。
3. 简述地籍图内容选取的基本要点。
4. 比较宗地图与宗地草图。
5. 简述编绘法成图的作业步骤。
6. 简述野外采集数据机助成图的作业流程。
7. 为什么要测绘农村居民地地籍图(岛图)？其主要内容有哪些？
8. 试述地籍图和地形图有什么不同。
9. 分幅地籍图的测制方法有哪些？

第九章　土地面积测算

土地面积测算是地籍测量中一项很重要的必不可少的工作内容。它为调整土地利用结构，合理分配土地，收取土地费(税)，制定国民经济计划、农业区划以及土地利用规划等提供数据基础。土地面积测算包括行政管辖区、宗地、土地利用分类等面积的测算。概括起来，土地面积测算方法有两种，即解析法面积测算(简称解析法)与图解法面积测算(简称图解法)。

根据实测的数值计算面积的方法称解析法面积测算。包括几何图形法和坐标法，这是城镇普遍采取的面积测算方法。

所谓几何图形法，是根据实地测量有关的边、角元素进行面积计算的方法。将规则图形分割成简单的矩形、梯形或三角形等简单的几何图形分别计算面积并相加得到所需面积的数据。计算面积的边长量至厘米。不具备采用坐标法面积计算的小城镇可采用此法。

所谓坐标法，通常是指对一个不规则的几何地块，测出该地块边界转折点的坐标值，然后用坐标法面积计算公式计算出地块的面积。

从图纸上测算面积的方法称图解法面积测算。它包括几何要素与坐标测算法、膜片法、求积仪法、沙维奇法、光电求积法以及电算法等。其共同特点是可以很快地得到图形的面积，没有复杂的计算；但面积测算的精度比解析法低。目前此法主要用于土地利用调查。

土地面积测算遵循"整体到局部，先控制后碎部"的原则，即以图幅理论面积为基本控制，按图幅分级测算，依面积大小比例平差的原则。

在城镇地籍中通常以平方米为面积的基本单位，大面积可用公顷或平方公里；农村地籍中常以公顷和亩为土地面积测算的基本单位。

面积测算方法的选择主要由面积测算的精度要求决定，同时考虑面积的大小和设备条件。解析法精度高于图解法的精度；电算法精度高于沙维奇法精度；沙维奇法精度又高于求积仪法精度；求积仪法精度高于膜片法精度。不过，太小的面积不适于用求积仪法，而采用膜片法比较有效。

第一节　土地面积测算方法

一、几何要素法

所谓几何要素法是指将多边形划分成若干简单的几何图形，如三角形、梯形、四边形、矩形等，在实地或图上测量边长和角度，以计算出各简单几何图形的面积，再计算出多边形总面积的方法。

(一)三角形

如图 9-1 所示,三角形面积计算公式为:

$$P = \frac{1}{2}ch_c = \frac{1}{2}bc\sin A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \tag{9-1}$$

其中,$p=(a+b+c)/2$。

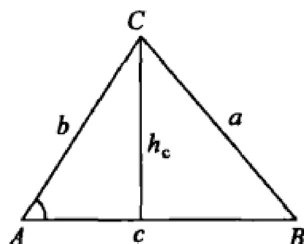


图 9-1 三角形面积

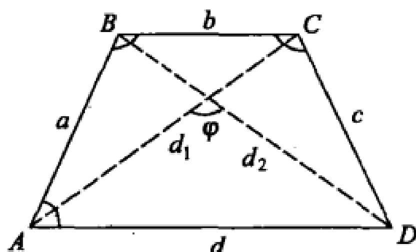


图 9-2 四边形面积

(二)四边形

如图 9-2 所示。

$$P = \frac{ad\sin A + bc\sin C}{2} = \frac{ad\sin A + ab\sin B + bd\sin(A+B-180°)}{2}$$
$$= \frac{d_1 d_2 \sin\varphi}{2} \tag{9-2}$$

(三)梯形

如图 9-2 所示。

$$P = \frac{d^2 - b^2}{2(\cot A + \cot D)} \tag{9-3}$$

二、膜片法

膜片法是指用伸缩性小的透明的赛璐珞、透明塑料、玻璃或摄影软片等制成等间隔网板、平行线板等膜片,把膜片放在地图上适当的位置进行土地面积测算的方法。常用的方法有格值法(包括格网法和格点法)、平行线法等,本书着重介绍格值法。所谓格值法是指在膜片上建立了一组有单位面积值的格子或点子,然后用这些不连续的格子或点子去逼近一个连续的图斑(地块),从而完成图上面积测算的方法。

(一)格网法(方格法)

在透明板材上建立起互相垂直的平行线,平行线间的间距为 1mm,则每一个方格是面积为 1mm^2 的正方形,把它的整体称为方格网求积板。

图 9-3 中 *abmn* 为要量测的图形,可将透明方格网置于该图形的上面,首先累积计算图形内部的整方格数,再估读被图形边线分割的非整格面积,两者相加即得图形面积。

(二)格点法

将上述方格网的每个交点绘成 0.1mm 或 0.2mm 直径的圆点。去掉互相垂直的平行线,则点值(每点代表图上的面积)就是 1mm^2;若相邻点子的距离为 2mm,则点值就是 4mm^2。

图 9-4 中 *abcd* 为待测的图形,将格点求积板放在图上数出图内与图边线上的点子,则

按下列公式可求出图形面积：

$$P=(N-1+L/2)D \tag{9-4}$$

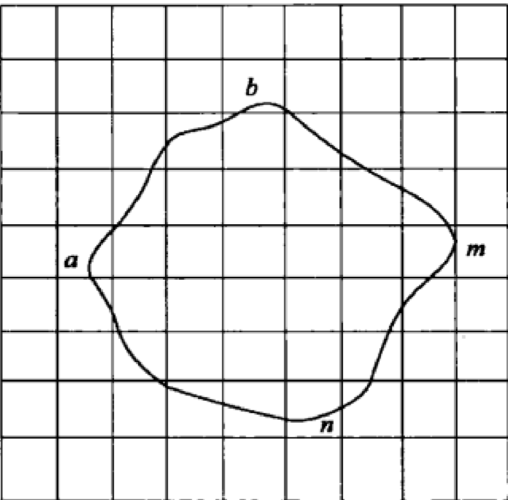


图 9-3　格网法

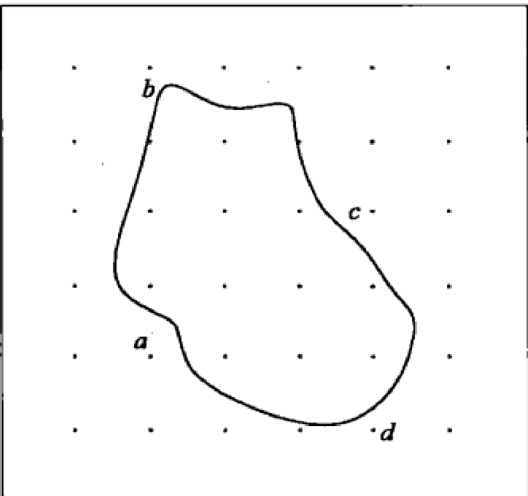


图 9-4　格点法

式中：N 为图形内的点子数；L 为图形轮廓线上的点子数；D 为点值。

从图 9-4 中得出：$N=11$，$L=2$，设 $D=1\text{mm}^2$，则 $P=11.0\text{mm}^2$。

三、沙维奇法

沙维奇法适用于大面积的测算，其优点在于减少了所量图形的面积，因而提高了精度。其原理如图 9-5 所示。构成坐标方里网整数部分面积 P_0 不量测，只需测定不足整格部分 P_{a_1}、P_{a_2}、P_{a_3}与 P_{a_4}的面积和以及与之对应构成整格的补格部分 P_{b_1}、P_{b_2}、P_{b_3}与 P_{b_4}的面积。从图上可以看出，整格面积 $P_1=P_{a_1}+P_{b_1}$，$P_2=P_{a_2}+P_{b_2}$，$P_3=P_{a_3}+P_{b_3}$，$P_4=P_{a_4}+P_{b_4}$。

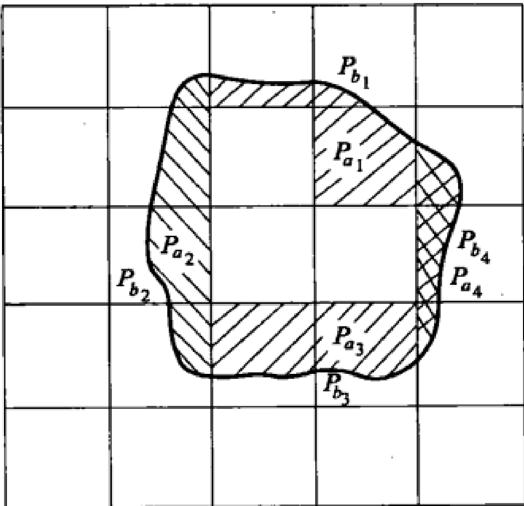


图 9-5　沙维奇法

设 P_{a_1}、P_{a_2}、P_{a_3}、P_{a_4} 面积的相应分划数为 a_1、a_2、a_3、a_4；P_{b_1}、P_{b_2}、P_{b_3}、P_{b_4} 面积相应分划数为 b_1、b_2、b_3、b_4；整格面积的分划数为 a_1+b_1，a_2+b_2，a_3+b_3，a_4+b_4。

已知面积与求积仪分划值读数之间有下列正比关系：

$$P_{a_i} = \frac{P_i}{a_i + b_i} a_i$$

则用上式可计算不足整格部分的面积，故所求图形面积为：

$$P = P_0 + P_{a_1} + P_{a_2} + P_{a_3} + P_{a_4} = P_0 + \sum_{i=1}^{n} P_{a_i} \tag{9-5}$$

四、求积仪法

求积仪是一种以地图为对象测算土地面积的仪器，最早使用的是机械求积仪，由于科技的进步，近几年来研制出多种数字式求积仪，如数字求积仪、光电求积仪等。

（一）数字求积仪

在国内市场上，此种仪器来源于日本的测机舍，主要型号有三种：定极式 KP-80（见图 9-6）、动极式 KP-90（见图 9-7）和多功能 x-PLAN 360i（见图 9-8）。使用方法参见本章附录。

用 KP-80 和 KP-90 可求出允许测量面积范围内的任意闭合图形的面积，可进行面积的累加计算，可求出多次量测值（可多达 10 次）的平均值。测算时可选择比例尺和面积单位，测量精度在±0.2%以内。

x-PLAN 360i 是一种多功能的仪器，它集数字化和计算处理功能为一体，是一种十分方便的量测工具。x-PLAN 360i 可以量测面积、线长（直线或曲线）、坐标、弧长和半径等，并通过小型打印机打印出测算结果，同时也可通过 RS232C 接口接收来自计算机的指令或向计算机输出量测结果。直线量测时，只需对准其端点；规则曲线的量测只需对准其端点和一个

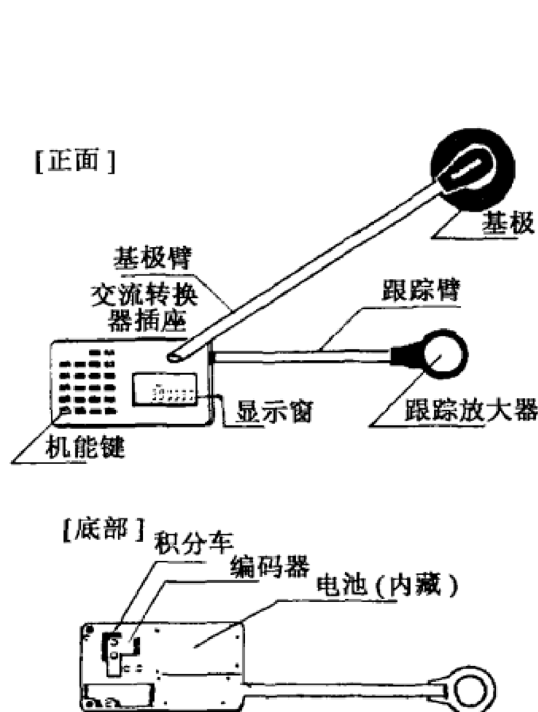


图 9-6 定极式 KP-80

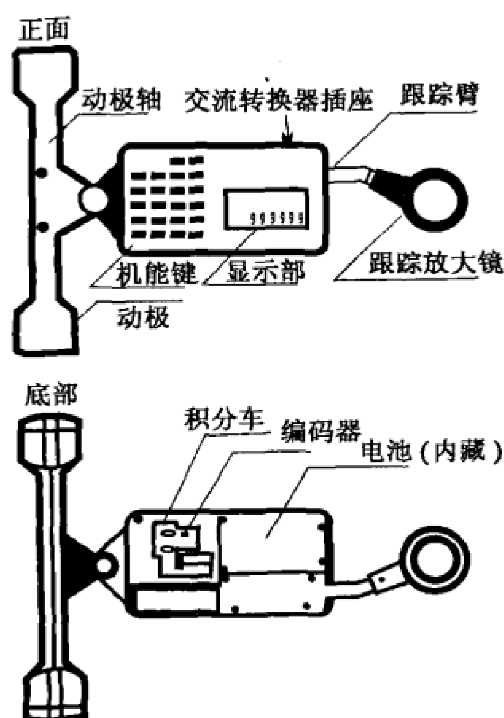


图 9-7 动极式 KP-90

中间点，便可快速地测算出曲线的半径和弧长；对于不规则曲线可通过跟踪的方式进行量测，其长度量测的分辨率可高达0.05mm。由于该仪器具有数字功能，可以计算出图纸上任意点相对于坐标原点和坐标轴的坐标。



图 9-8　多功能 x-PLAN 360i

（二）光电求积仪

光电求积仪主要有光电面积量测仪与密度分割仪两种，具有速度快、精度高（当然低于解析法）等优点，但仪器价格昂贵。

光电求积仪是利用光电对地图上要量测的地块图形进行扫描，并通过转换处理，变成脉冲信号，从而计算出地块的面积。

1. GDM-1 型光电面积测量仪

该仪器是将量测图形经过处理后，置于滚筒上进行扫描，通过光电变换，即把图像各单元反射光强的变化转换为光电流，经放大、整形，变成电位的脉冲信号，从而驱动电子计数，达到自动量测面积的目的。其有效扫描面积为200mm×400mm，但一次只能量测一种颜色的图斑。

2. 密度分割仪

与光电面积量测原理基本相同，也是应用光电扫描方法求积。不同之处在于密度分割仪可以对图面上不同密度等级的面积同时进行扫描，从而得到各自的面积数据。

密度分割仪是用一个光导摄像进行光电扫描，把图像上每一点的密度值变换为模拟电压信号，该信号经模数变换，成为具有不同电平等级的数字信号，再经彩色编码电路处理，用不同色彩表示不同电平等级的信号，为此在彩色电视监视器的屏幕上，得到一幅经过分割的等密度假彩色图像。这种图像上具有相同色彩的部分就具有相同的密度。通过电子求积装置，可在显示窗口上读出相应颜色面积的百分比，利用面积相对值可测算图上各类土地的面积。

五、坐标法

通常一个地块的形状是一个任意多边形，其范围内可以是一个街道的土地，也可以是一个宗地或一个特定的地块。坐标法是指按地块边界的拐点坐标计算地块面积的方法。其坐标可以在野外直接实测得到，也可以是从已有地图上图解得到，面积的精度取决于坐标的精度。

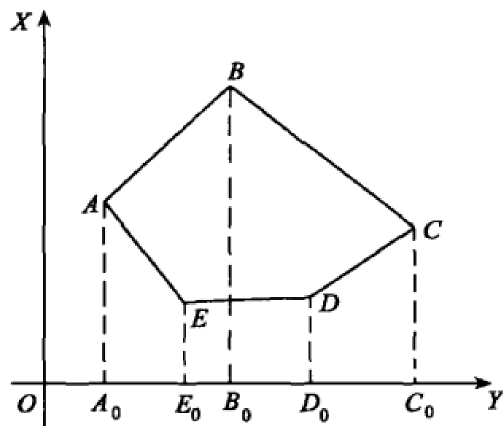


图 9-9 坐标法面积计算图示

当地块很不规则，甚至某些地段为曲线时，可以增加拐点，测量其坐标。曲线上加密点愈多，就愈接近曲线，计算出的面积愈接近实际面积。

许多地块都会被图廓线分割，通常需要计算出地块在各图幅中的地块面积，此时应计算出界址线与图廓线交点的坐标，然后分别组成地块，并计算出面积。由平面解析几何可知，界址点是由相邻的两个已知界址点相连，故可建立一个以斜率表示的直线方程如 $Y=k_1X+a$；同理，图廓线由两图廓点相连，利用图廓点坐标亦可建立一个方程如 $Y=k_2X+b$。这两个方程联立求出交点坐标，分割后的地块面积即可求出。

如图 9-9，已知多边形 $ABCDE$ 各顶点的坐标为 (X_A,Y_A)，(X_B,Y_B)，(X_C,Y_C)，(X_D,Y_D)，(X_E,Y_E)，则多边形 $ABCDE$ 的面积：

$$
\begin{aligned}
P_{ABCDE} &= P_{A_0ABCC_0} - P_{A_0AEDCC_0} = P_{A_0ABB_0} \\
&\quad + P_{B_0BCC_0} - (P_{CC_0D_0D} + P_{DD_0E_0E} + P_{EE_0A_0A}) \\
&= \frac{(X_A + X_B)(Y_B - Y_A)}{2} + \frac{(X_B + X_C)(Y_C - Y_B)}{2} \\
&\quad + \frac{(X_C + X_D)(Y_D - Y_C)}{2} + \frac{(X_D + X_E)(Y_E - Y_D)}{2} \\
&\quad + \frac{(X_E + X_A)(Y_A - Y_E)}{2}
\end{aligned}
$$

化成一般形式：

$$
\begin{aligned}
2P &= \sum_{i=1}^{n} (X_i + X_{i+1})(Y_{i+1} - Y_i) \\
2P &= \sum_{i=1}^{n} (Y_i + Y_{i+1})(X_{i+1} - X_i)
\end{aligned}
\tag{9-6}
$$

$$
\begin{aligned}
2P &= \sum_{i=1}^{n} X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) \\
2P &= \sum_{i=1}^{n} Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})
\end{aligned}
\tag{9-7}
$$

式中：X_i，Y_i 为地块拐点坐标。当 $i-1=0$ 时，$X_0=X_n$；当 $i+1=n+1$ 时，$X_{n+1}=X_1$。

六、消除图纸变形对面积测算的影响

图纸变形自然会影响到图形面积的精度。设 L 为图纸变形后量得的直线长度，L_0 为相应的实地水平距离图上长度，r 为变形系数，则有 $r=(L_0-L)/L$。改正后的面积为：

$$P_0 = P + 2Pr \tag{9-8}$$

式中：P 为测算出的面积，P_0 为改正之后的面积。公式(9-8)适用于任何形状的图形面积，并且与图形所处的方位无关。

七、求地块在某一投影面的面积

地形图和地籍图的投影面一般是与大地水准面符合相当好的参考椭球面。在有的地方(如我国海拔较高的西部地区),也用与参考椭球面相平行的椭球面作为投影面,以方便地形图和地籍图的施测和使用。在地籍管理工作中,往往需要测算地球表面的水平面面积。在局部地区,投影面可近似看成水平面,如图 9-10 所示。

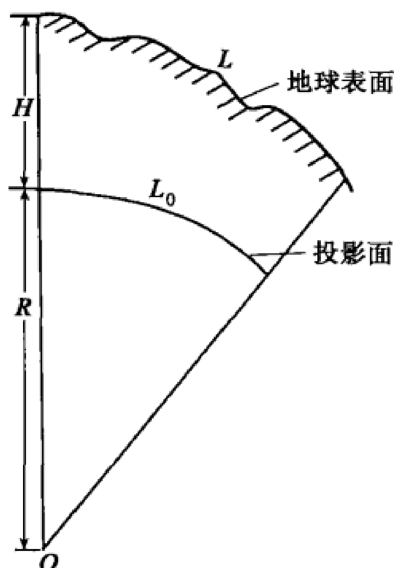


图 9-10　面积投影

设 L 为地球表面的水平长度,L_0 为 L 投影在投影面的长度,H 为地表水平面到投影面的高程,R 为地球半径,则有:

$$\frac{L}{L_0}=\frac{R+H}{R}=1+\frac{H}{R}$$

由于相似图形面积之比等于其相应边平方之比,则有:

$$\frac{P}{P_0}=\left(\frac{L}{L_0}\right)^2=1+\frac{2H}{R}+\frac{H^2}{R^2}$$

略去微小项,则得:

$$P=P_0\left(1+\frac{2H}{R}\right) \tag{9-9}$$

式中:P 为地球表面的图形面积,P_0 为图形在投影面上的面积,$2H/R$ 为图形面积由地面高程引起的改正系数。

利用不同的高程 H,可以得出不同的改正数。从表 9-1 可以看出,如果测定面积的误差不大于 1/2 000,则在图上测定海拔 1 500m 以内的高程面上的面积时,可以不考虑高程影响的改正。

表 9-1

H/m	$2H/R$	H/m	$2H/R$
100	1 : 3 200	2 000	1 : 1 600
500	1 : 6 400	2 500	1 : 1 270
1 000	1 : 3 200	3 000	1 : 1 060
1 500	1 : 2 100	3 500	1 : 910

八、求地球表面倾斜面的面积

这是一个比较复杂的问题。通常地面不是一个平面,更不是一个水平面,但如果地面起伏不大,可近似地看成水平面,这里所讲的是求一个倾斜面或近似的倾斜面的面积。

如图 9-11,设 P_α 为自然地表倾斜面的面积,P_0 为 P_α 所对应的水平面积,其倾斜角为 α(单位为 rad),则

$$P_\alpha=b\times L_\alpha=b\times\frac{L_0}{\cos\alpha}=\frac{P_0}{\cos\alpha} \tag{9-10}$$

$$\cos\alpha=1-\frac{\alpha^2}{2!}+\frac{\alpha^4}{4!}-\cdots$$

式中：α 为弧度，取前两项，可得近似公式：

$$P_{\alpha} \approx \frac{P_0}{1-\frac{\alpha^2}{2}} \approx P_0\left(1+\frac{\alpha^2}{2}\right) \tag{9-11}$$

其中，$\frac{\alpha^2}{2}$即为倾斜自然地表面图形面积的改正数。用不同的 α，则可算出 α 的大小对面积的影响情况，如表 9-2 所示。

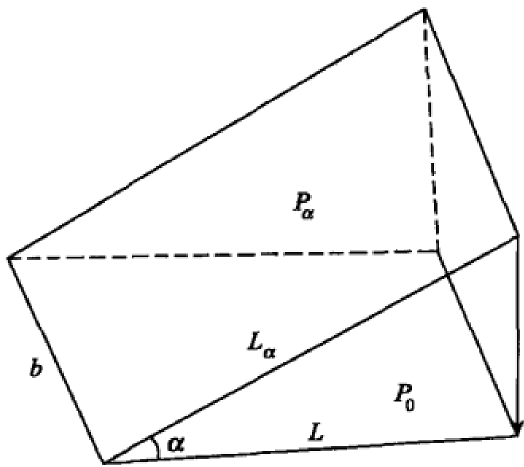


图 9-11　倾斜面积与水平面积图示

表 9-2

α	$\frac{\alpha^2}{2}$	α	$\frac{\alpha^2}{2}$	α	$\frac{\alpha^2}{2}$	α	$\frac{\alpha^2}{2}$	α	$\frac{\alpha^2}{2}$
0.6	1 : 18 240	4.0	1 : 410	7.4	1 : 120	10.8	1 : 56	14.0	1 : 33
1.1	1 : 5 427	4.6	1 : 310	8.0	1 : 103	11.3	1 : 51	14.6	1 : 31
1.7	1 : 2 272	5.1	1 : 252	8.5	1 : 91	11.9	1 : 46	15.1	1 : 29
2.3	1 : 1 241	5.7	1 : 202	9.1	1 : 79	12.4	1 : 43	15.6	1 : 27
2.9	1 : 781	6.3	1 : 165	9.6	1 : 71	13.0	1 : 39	16.2	1 : 25
3.4	1 : 568	6.8	1 : 142	10.2	1 : 63	13.5	1 : 36	16.9	1 : 23

注：α 以弧度为单位计算。

第二节　土地面积测算与平差

上面所讲的土地面积测算方法，只对单一图形而言。但实际工作中常常要求测算的是某一区域范围内的全部分类面积，如一个城市各区、街道、街坊与各种用地分类面积，为此涉及各种问题，如区域土地总面积与各类用地间和各图斑面积间协调一致的问题，保证各级土地面积测算精度的问题，如何防止测算层次多、用地类型多和图斑量大的情况下出错的问题

等，故必须遵循一定的平差原则和满足一定的精度要求。

一、土地面积测算的基本要求

(1)土地面积测算应在聚酯薄膜原图上进行，若采用其他材料的图纸，必须考虑图纸伸缩变形的影响。

(2)土地面积测算，无论采用哪种方法，均应独立进行两次测算(坐标法除外)。两次测算结果的较差要求与测算方法和面积大小有关。

二、土地面积平差

1. 平差原则

土地面积平差遵循"从整体到局部，层层控制，分级测算，块块检核，逐级按比例平差"的原则，即分级控制、分级测算、分级平差。

(1)按两级控制、三级测算。第一级：以图幅理论面积为首级控制。当各区块(街坊或村)面积之和与图幅理论面积之差小于限差值时，将闭合差按面积比例配赋给各区块，得出各分区的面积。第二级：以平差后的区块面积为二级控制。当测算完区块内各宗地(或图斑)面积之后，其面积和与区块面积之差小于限差值时，将闭合差按面积比例配赋给各宗地(或图斑)，则得宗地(或图斑)面积的平差值。

(2)在图幅或区块内，采用解析法测算的地块面积，只参加闭合差的计算，不参加闭合差的配赋。

2. 平差方法

由于量测误差、图纸伸缩的不均匀变形等原因，致使测算出来各地块面积之和 $\sum P'_i$ 与控制面积不等，若在限差内可以平差配赋，则

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{k} P'_i - P_0; \qquad K = -\Delta P / \sum_{i=1}^{k} P'_i$$

$$V_i = KP'_i; \qquad P_i = P'_i + V_i$$

式中：ΔP 为面积闭合差；P'_i 为某地块量测面积；P_0 为控制面积；K 为单位面积改正数；V_i 为某地块面积的改正数；P_i 为某地块平差后的面积。

平差后的面积应满足检核条件：

$$\sum_{i=1}^{k} P_i - P_0 = 0$$

三、控制面积测算

控制是相对的，二级被一级控制，又对下一级起控制作用。控制级别越高，精度要求就越高。控制面积测算的方法有三种：

(1)坐标法。测量控制区块界线拐点的坐标，根据坐标法面积计算公式计算其面积。

(2)图幅理论面积。土地面积测算通常以图幅为单位。图幅有两种，即梯形与正(矩)方形分幅。图幅大小均是固定的，面积可直接计算或从相关书籍中查取。

(3)沙维奇方法。在难以采用上述方法时，可采用沙维奇法。其精度低于上述两种，适

用于特殊情况。

四、土地面积测算的精度要求

(一)两次测算较差要求

1. 求积仪测算

求积仪对同一图形两次测算,分划值的较差不超过表 9-3 的规定。

表 9-3　求积仪对同一图形两次测算的分划值的较差

求积仪量测分划值数	允许误差分划数
<200	2
200～2 000	3
>2 000	4

注:其指标适用于重复绕圈的累计分划值。

2. 其他方法测算

同一图斑两次测算面积较差与其面积之比应小于表 9-4 的规定。

表 9-4　同一图斑两次测算面积较差与其面积之比

图上面积/mm^2	允许误差
<20	1/20
50～100	1/30
100～400	1/50
400～1 000	1/100
1 000～3 000	1/150
3 000～5 000	1/200
>5 000	1/250

注:图上面积太小的图斑,可以适当放宽。

(二)土地分级测算的限差要求

为了保证土地面积测算成果精度,通常按分级与不同测算方法来规定它们的限差。

(1)分区土地面积测算允许误差,按一级控制要求计算,即

$$F_1 < 0.002\,5P_1 = \frac{P_1}{400}$$

式中:F 为与图幅理论面积比较的限差(hm^2);P_1 为图幅理论面积(hm^2)。

(2)土地利用分类面积测算限差,作为二级控制,分别按不同公式计算。

求积仪法:

$$F_2 \leq \pm 0.08 \times \frac{M}{10\,000}\sqrt{15P_2}$$

方格法：
$$F_3 \leqslant \pm 0.1 \times \frac{M}{10\ 000}\sqrt{15P_2}$$

式中：F_2、F_3 为不同测算方法与分区控制面积比较的限差（hm^2）；M 为被量测图纸的比例尺分母；P_2 为分区控制面积（hm^2）。

第三节　土地面积测算程序与统计

土地面积测算的程序（见图 9-12）与统计和土地面积测算的层次与方法有关。通常可以是解析法与图解法。前一种一般用于城镇地籍；后一种适用于农村地籍。在城镇地籍中，对宗地面积精度要求比较高。从土地面积测算的全过程来看，一般是三级测算两级控制：图幅土地面积测算为第一级测算，其理论面积作为首级控制；街坊（或村）为第二级测算，其平差后的面积和为第二级控制；宗地（或农村地类）面积为第三级测算。

如果要弄清农村居民地每户宅基地面积，应测量大比例尺（不小于 1 : 2 000）居民地地籍图（或称岛图）。

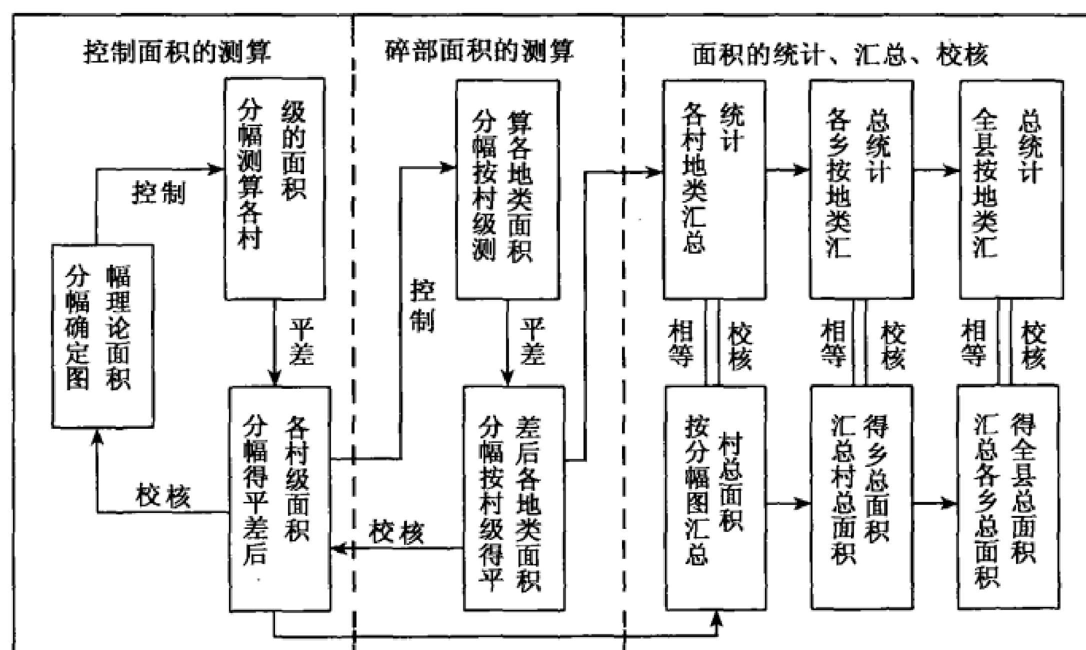


图 9-12　土地面积测算程序

一、图幅面积测算

（一）图幅理论面积查算

（1）梯形图幅面积。根据不同比例尺，以图幅纬度为引数，直接在《大比例尺图幅元素表》中的“图廓大小与图幅面积”栏内查取图幅理论面积。

（2）正方（矩）形图幅面积。可以根据不同比例尺和图廓边的理论尺寸，直接计算其图幅的理论面积。正方形图幅理论面积为 $50 \times 50 \times M^2 \times 10^{-10} km^2$，矩形图幅理论面积为 $40 \times 50 \times M^2 \times 10^{-10} km^2$。式中 M 为图幅比例尺分母。

（二）图幅实际面积测算

当图纸为聚酯薄膜，其伸缩变形较小时，可以直接引用图幅的理论面积；否则应在图纸上量取图廓尺寸与对角线长度，然后组成两组不同的三角形，根据三角形面积公式，计算其面积（要进行图纸形变改正）。两组结果可以起检核作用。具体量测时可以利用格网尺量至0.1mm。同理，将图上面积根据比例尺换算为实地面积。

二、街坊（或村）面积测算

（一）用解析法测算街坊（或村）面积

用解析法野外施测出各街坊拐点的坐标，组成一个闭合多边形，根据公式(9-6)计算出街坊面积，并以此控制街坊内各宗地和其他地类面积。

（二）用图解法测算街坊（或村）的面积

(1)以图幅为单位，用数字面积仪法或其他方法，在图上量测出各街坊（村）的面积。

(2)求其闭合差。将其图幅内各街坊面积相加，与图幅理论面积比较，求出面积闭合差。

(3)闭合差在限差内，将不符合值配赋到各街坊（或村）的面积中。

(4)检核。平差配赋后各街坊（村）的面积之和，应与图幅理论面积相等。

三、宗地与地类面积测算

宗地面积可采用解析法和图解法，地类（如道路、水系、空闲地等）面积采用图解法测算。平差方法和误差分配同前。

四、土地面积的汇总统计

控制面积和碎部面积测算工作结束之后，要对测算的原始资料加以整理、汇总。整理、汇总后的面积才能为土地登记、土地统计提供基础数据，为社会提供服务。

面积汇总统计与面积测算的程序及原则有关。汇总内容取决于社会对资料的需求。汇总工作可分两个阶段进行：第一阶段为村、乡、县土地总面积的汇总，可在控制面积测算之后进行，它是第二阶段的控制基础；第二阶段为村、乡、县分类面积汇总，在碎部面积测算之后，按权属单位及行政单位汇总统计分类土地面积，它是第一阶段工作的继续。两个阶段的工作不一定相继进行，但两者汇总统计结果应起到相互校核的作用，发现问题应及时处理。

（一）村、乡、县土地总面积汇总

村、乡、县土地总面积汇总以分幅图上的村级控制面积测算原始记录为汇总的基本单元，自下而上，按行政界线汇总出村、乡、县三级行政单位的土地总面积。先以乡为单位填写，汇总各村及乡的土地总面积，然后以县为单位，汇总各乡及县的土地总面积。汇总过程中，用图幅理论面积作校核。

县、乡土地总面积，往往分布在较大数量的图幅上，为便于检查接边，必须标出土地调查单位所在图幅间的关系，避免面积测算和汇总过程中因图幅数量太多而出现遗漏或重复。因此，在面积测算前，要预先编制县、乡级图幅控制面积接合图表。

县（乡）级图幅控制面积接合图表上应标出县（乡）界、相邻县（乡）的名称及图幅号。有县（乡）界穿越的图幅，需按图幅测算出县（乡）内、外面积，并标在图幅上。无县（乡）界

穿越的图幅,可直接标出该县(乡)行政范围所包括的图幅数,编制图幅控制面积接合图(见图9-13),计算出该县(乡)行政范围所包括的图幅数,以汇总土地总面积。

图幅理论面积 P_0	经度 / 纬度	121° 00'00"	121° 3'45"	121° 7'30"	121° 11'15"	121° 15'00"	121° 18'45"	本县横列面积
29 925	51°55'00"–52'30"	7 481.3/22 443.7	8 989.5/20 935.5	15 982.2/13 942.8	19 346.7/10 578.3	17 875.5/12 049.5	7 529.6/22 395.4	77 204.8
29 940	52'30"–50'00"	13 967.9/15 972.1	21 350.8/8 589.2				12 345.7/17 594.3	137 484.4
29 970	50'00"–47'30"		16 982.1/12 987.9			25 897.4/4 072.6	11 058.6/18 911.4	113 878.1
30 000	47'30"–51°45'0"		6 759.7/23 240.3	10 235.8/19 764.2	18 761.6/11 238.4	6 789.4/23 210.6		42 546.5
	本县纵行面积	21 449.2	54 082.1	86 128.0	98 018.3	80 502.3	30 933.9	合计 371 113.8

图 9-13　图幅控制面积接合图

(二)分类土地面积汇总统计

第二阶段汇总工作以碎部面积测算成果为对象,分别按土地权属单位和行政单位整理、汇总统计分类土地面积及土地总面积。

1. 土地权属单位分类面积的汇总

土地权属单位分类面积汇总,按村、乡两级进行。先汇总出村级土地权属单位分类面积,再汇总出乡级不同所有制性质的土地总面积及分类面积。

(1)村级土地权属单位分类面积汇总。村级土地权属单位面积是指村集体经济组织所有的集体土地、国有农场分场使用的国有土地、乡镇级各用地单位使用国有或集体土地的面积。以碎部面积测算原始记录表中的图斑为基本单元进行汇总。它们直接为土地登记和土地统计提供依据。

(2)乡界内土地权属单位分类面积汇总。在村界内土地权属单位土地面积的基础上,乡(镇)行政界内土地总面积等于集体所有土地、使用国有土地、国家后备土地及乡界内的飞地的面积总和。乡(镇)土地使用总面积等于乡(镇)行政界内土地总面积减去乡界内的外单位飞地面积,加上乡(镇)界外本乡(镇)的飞地面积。

2. 村、乡、县行政界内分类面积汇总

在村、乡、县三级分类面积汇总中,以村级行政界内的分类面积汇总为基础,乡(镇)行政界内土地总面积及分类面积等于各村的界内权属分类面积与各村界内其他用地单位分类面积之和。县土地总面积及各分类面积则由各乡(镇)的土地总面积及各分类面积汇总

而来。

(三)土地面积汇总统计中几种特殊地块的处理

(1)飞地,利用《飞地通知书》通知的所属单位,由该单位汇总。

(2)图面上按规定未绘出的零星地块,须根据外业调查记载的实勘面积,汇总在相应地类中,并在相应地类中扣除。

(3)线状地物与上述零星地同样处理。其长度可在图上量出,宽度应是实量值,如宽度不等可分段勘丈。

(4)田坎或田埂也是线状地物,由于数量过多而不能逐个量测,可划分若干类型,依不同类型,抽样实测,得出:

$$\text{净耕地面积}=\text{毛耕地面积}-\text{田坎面积}$$

从而求得耕地系数或田坎系数($K_{耕}+K_{坎}=1$):

$$K_{耕}=\frac{\text{净耕地面积}}{\text{毛耕地面积}}$$

$$K_{坎}=\frac{\text{田坎面积}}{\text{毛耕地面积}}$$

依不同类型求出不同的 K 值,即可在测算出毛耕地面积之后,按上式求出净耕地面积和应扣除的田坎面积。

第四节　城镇宗地面积测算的项目及关系

1. 独立宗地面积测算的项目及关系

——用地面积,即宗地面积。

——建筑占地面积,即基底面积。

——其他面积,指宗地内基底面积以外的面积。

以上各项的关系是:用地面积=基底面积+其他面积。

2. 组合宗地面积测算的项目及关系

——共有使用权面积,即宗地总面积。

——权利人用地面积,即各权利人应拥有的土地面积。

——分摊基底面积,即各权利人应分摊到的基底面积。

——分摊共用面积,即各权利人应分摊到的除基底面积以外的土地面积。

——其他面积,如自购花园面积等。

以上各项的关系是:权利人用地面积=分摊基底面积+分摊共用面积+权利人的其他面积。

3. 土地面积分摊原则

各权利人在获得房地产时已签订了合约,明确各权利人应拥有的房地产份额或面积的,登记时则按合约明确的份额或面积计算各权利人的用地面积。

原没有明确各权利人的用地面积,则以各权利人拥有的房屋建筑面积按比例分摊土地面积。分摊时先分摊基底面积,然后再分摊公共面积。

4. 土地面积分摊方法

分摊基底面积(建筑占地面积)的计算式:

$$\text{分摊基底面积} = \frac{\text{本栋基底面积}}{\text{本栋建筑面积}} \times \text{权利人建筑面积}$$

分摊共用面积的计算式:

$$\text{分摊共用面积} = \frac{\text{共用使用权面积} - \text{宗地总基底面积}}{\text{宗地总建筑面积}} \times \text{权利人建筑面积}$$

当共用使用权宗地中部分权利人拥有自购花园时,则在计算分摊共用面积时须使用下式:

$$\text{分摊共用面积} = \frac{\text{共有使用权面积} - \text{宗地总基底面积} - \text{自购花园总面积}}{\text{宗地总建筑面积}} \times \text{权利人的建筑面积}$$

5. 宗地内土地分类面积的计算及分摊

一宗地中若具有不同土地类别且没有按类别划分宗地的,如需计算土地分类面积,可以从地形图、房地产现状图或宗地图上图解测算并按建筑面积分摊,各类用地面积之和应等于总用地面积。

当一宗地按用途批准建设时,对于为主要用途服务的配套设施用地可不分类计算。例如住宅用地里的小花园、绿化地、通行道路等,工业用地里的道路、绿化地、职工食堂及单身宿舍等。

当只有一个权利人的宗地内房屋的用途不同时,如地面上能划清界线,则按上述方法处理,否则,按不同用途的房屋的建筑面积分摊土地面积,如综合性大楼(多为商业、办公、住宅混合型大楼),分摊方法同前。

思　考　题

1. 什么是解析法面积测算?常用的方法有哪些?
2. 什么是图解法面积测算?常用的方法有哪些?
3. 土地面积测算有哪几项改算?试述改算的基本原理。
4. 土地面积测算与平差的原则是什么?
5. 试述只有一个权利人的宗地应计算土地面积的项目和关系。
6. 试述共有使用权宗地应计算土地面积的项目和关系。
7. 试述共有使用权宗地面积计算中,分摊土地面积的原则和方法。
8. 简述用图解法测算街坊(或村)面积的基本步骤。
9. 试述膜片法求算面积的原理。
10. 试推导坐标法计算面积的公式。

附录五

数字求积仪的使用

现在普遍使用的数字求积仪是日本索佳公司生产的定极式 KP-80、动极式 KP-90 和多功能数字求积仪。

(一)仪器性能

1. 测量范围与精度

(1)测量范围。动极式:面积测量时,在没有溢出"9999"脉冲计数出现的情况下,一次上下(跟踪臂在动极轴即滚柱的垂直方向)移动的最大幅度是325mm,左右在动极轴滚动方向内无限,最大累加测量面积为$10m^2$。

定极式:极点安置在图形外时,一次可以测量直径300mm的面积范围;极点安置在图形内时,一次可以测量直径为800mm的面积范围。

(2)测量精度。测量精度在±0.2%以内(±2/1 000脉冲以内)。

(3)量测要求。对同一图形,取2个起点,4次量测,差值符合要求时,取平均值;图上面积小于$4cm^2$的图形,不宜使用该仪器。

2. 用电性能

(1)电源。内装式镍-镉电池(配有专用的AC结合器充电),此电池不需要更换。通过AC结合器可使用100V、120V、220V、240V,50/60Hz的交流电源。

(2)蓄电池使用时间。充电15h后,可连续使用30h。

(3)电源电压不足的信息。当发生电压不足时,液晶显示屏上将显示"Batt-E"的符号,此时需要给电池充电。在尚未显示"Batt-E"之前,其他所显示的符号变得模糊不清时,也需及时充电,以免影响计算的准确性。

(4)具有自动断电功能。若停止操作3min,即使未按[OFF]键,电源也会自动切断。

(5)具有保存操作数据的功能。操作过程中,当要暂离工作现场而需保存操作数据时,可按[HOLD]键,3min后,电源自动切断,重新开始工作时,可按[ON]键,开机,再按[HOLD]键,则仪器恢复原操作状态,可继续进行工作。

注意:不要随便取出内装电池,若电机内电池已取出,绝对不允许直接用交流(AC)结合器来使用仪器,否则会严重损坏仪器。

3. 仪器功能

在测量范围内,可求出任意闭合图形的面积;可进行面积的累加计算;可求出多次量测值(可多达10次)的平均值。

(二)数字面积仪的键盘

(1)电源开关键。[ON]:开机,同时机内初始化,显示"0"。[OFF]:关机。

(2)清除键。[C/AC]:按一次,清除屏幕和计数;连续按第二次,可以清除所有存储的内容。

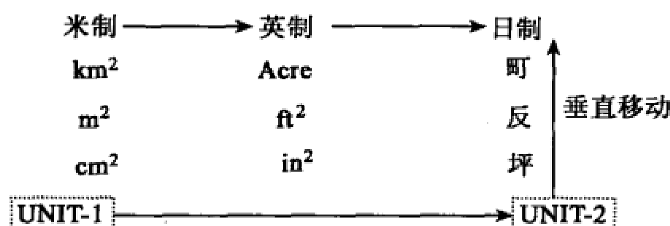
注意:在测量状态下,对于删除不正确的测量数据时,不能用全清功能键。

(3)数字键和小数点键。[0]~[9],[·]

(4)单位制选择键。[UNIT-1]:单位系统选择键,可以选择米制、英制和日制。[UNIT-2]:每个单位系统中,单位移位键。

町、反、坪是日本常用的面积单位制,进位关系是:1町=10反;1反=300坪;1坪=3.305 785m^2。

PC 为指示脉冲计数,不显示单位。



(5)设置缩尺键(比例尺键)。SCALE:可安置直线比例尺。

(6)缩尺有效键。R-S:反映和所安置的比例尺相应的面积关系。当安置的比例尺为1∶1 000时,如果按此键则显示"10 000"(即100^2),证明安置正确。

(7)起动键(开始测量时的安置键)。START:按此键,蜂鸣器发出轻微响声,则存储器清除测量的平均值和计数,显示"0"即可开始描迹测量。

(8)保持键。HOLD:按此键,显示符号"HOLD",可使测量值保持3min,便于累加测量。

(9)存储键。MEMO:每按下此键,即将每次测量的结果存入内存。

(10)求平均值键。AVER:按此键,可求得内存各次测量的平均值。

(三)显示屏

(1)显示方式:液晶显示。

(2)显示内容(如图9-7中右半部):可显示13个符号和8位数字(包括小数点)。

注意:①当缩尺值超过10^8时,按R-S键,所显示的值不出现小数点;如果比例尺为1∶10 000,按键10 000,显示"cm^2 1 000",说明设置的比例尺;按键SCALE显示"SCALEcm^2 0"设置完;按键R-S显示"SCALEcm^2 10 000 000",缩尺10^8=100 000 000只显示"10 000 000"。②如果平均值位数超过8位时,仅显示前面的8位数。

(四)测量面积方法

1. 准备工作

首先把测量图纸水平贴在近似水平的图板上。如图9-7所示,把牵引镜大约放在被量图形的中心位置,然后把极基线放在使极臂与牵引镜臂呈直角(90°)的位置,接着沿图形的外轮廓线粗略地运行2次或3次。在运行中,如果觉得仪器不方便运转时,就调整极基线位置,而得到一个比较平滑的运转。

2. 开机

直接按ON键,1s后显示"0"。

3. 面积单位和比例尺的安置

(1)面积单位选择安置,一般按单位键UNIT-1 UNIT-2,选用不同的单位系统来安置不同单位。例如,按键UNIT-1…显示cm^2,接着按UNIT-2…则显示m^2,这时面积单位m^2已安置好。

(2)比例尺的安置方法(以cm^2为单位)。缩小比例尺1∶x的安置:如设置1∶100,则

安置 100(见表 1)。放大比例尺 $x:1$ 的安置:如设置 10:1,则安置 0.1($1/x=1/10=0.1$)。同上操作:按键[0][·][1],再按[SCALE][R-S]显示 0.01(即 $1/x^2$ 值)。

表 1

操　作	显　示	说　明
[1][0][0]	cm^2　100	用数字键安置比例尺分母
[SCALE]	SCALEcm^2　0	设置比例尺完毕
[R-S]	SCALEcm^2　10 000	求得比例尺平方 x^2
[START]	SCALEcm^2　0	开始测量

纵向和横向比例尺不一致的安置。设缩尺为 $1:x=1:100$;$1:y=1:50$ 时安置方法如表 2 所示。

表 2

操　作	显　示	说　明
[1][0][0]	cm^2　100	安置横向比例尺数值 x
[SCALE]	SCALEcm^2　0	
[5][0]	SCALEcm^2　50	安置纵向比例尺数值 y
[SCALE]	SCALEcm^2　0	横向比例尺为 100,纵向比例尺为 50
[R-S]	SCALEcm^2　5 000	计算 x,y
[START]	SCALEcm^2　0	开始测量

(3)以亩为单位时比例尺安置方法。

假定选取的面积单位为 m^2,要求用亩为单位,则通过调整所规定的比例尺(如 1:5 000),从而使显示的面积数据直接以“亩”为单位。

已知 $1km^2=1\ 500$ 亩,而 $1km^2=1\ 000\ 000\ m^2$,则 $1m^2=0.001\ 5$ 亩。当长度比例尺为 $1:x$ 时(设 $x=5\ 000$),则以亩为单位的面积相当于 $0.001\ 5x^2$,所以 $\sqrt{0.001\ 5}x=\sqrt{0.001\ 5}\times 5\ 000=193.649\ 17$。

故以亩为单位时,比例尺 L 安置公式为 $L=\sqrt{0.001\ 5}x$。安置方法见表 3。

4. 测量面积操作

(1)定极式。基极放在图形外时,最大测量范围时直径 300mm 的圆,如需测比此更大的图形(最大直径为 800mm 的圆)时,可将基极放在图形内进行测量,如图 9-6 所示。其跟踪图形的方法与上述一致,即顺时针方向沿着外轮廓线绕行一周。但此时不便使用交流转换器电源。

表 3

操 作	显 示	说 明
UNIT-2	cm^2	以 cm^2 为面积单位
UNIT-2	m^2	以 m^2 为面积单位
193.649 17	m^2 193.649 17	以亩为单位:1∶5 000 图纸应设置的比例尺 L
SCALE	SCALEm^2 0	
R-S	SCALEm^2 37 499.999	计算 L^2 值,此时面积值已为亩数
START	SCALEm^2 0	开始测量

(2)动极式。按牵引镜中心安置在图形外轮廓线上,并作一记号为测量起点,如图 9-7 所示,按 START 键,可以听到蜂鸣器发出的响声,显示“0”,接着把牵引中心沿着图形的轮廓线顺时针方向运行回到起点,显示数值便是图形面积。

(3)加常数。使积分车与基极的连线和跟踪臂保持直角,移动牵引放大镜,则跟踪轨迹将是一个圆。在这种情况下,积分车是不旋转的,所以即使测量这个圆的面积,显示窗口里仍然显示“0”。为此,我们把该圆叫“零圆”,把与零圆面积相当的脉冲计算叫做“加常数”。每台仪器的加常数都是一个固定值。加常数乘以单位面积常数称为加算面积,即:加算面积=加常数×单位面积常数。

(4)基极放在图形内的测量方法。由于图形大小不同,积分车旋转的方向将会不同。当测量面积比零圆大的图形时,积分车正向旋转,显示值朝增加方向变化;当测量面积比零圆小的图形时,积分车反向旋转,显示值朝减少方向变化。

积分车正向旋转,则图形面积为:图形面积=加算面积+显示面积

积分车反向旋转时,其图形面积为:图形面积=加算面积-(1 000 000×单位面积常数-显示面积)

注意:把基极放在图形内测量,不仅带来更复杂的计算,而且也降低精度。因此,在测量大面积图形时,建议用“累加测量法”及“累加平均测量法”。

5. 求平均值方法

为了提高精度,可以对同一图形进行多次测量(可多至 10 次),然后取平均值。具体方法为第一次测量结束时,按 MEMO 键显示“0”,再重新第二次测量,如此反复 n 次,最后按 AVER 键,则显示 n 次平均值。

注意:(1)按 MEMO 键显示的“0”会随仪器的移动而变值,所以重新测量前,需先按 C/AC 键,使屏幕归零;(2)在求平均值的各次测量过程中,不能按 START 键,否则“MEMO”符号消失,数据也会被清除;(3)按 AVER 键后所显示的平均值不会随仪器移动而变化。

6. 累加测量

利用 HOLD 键比较方便,如当有两块或两块以上的面积相加时,在测完第一个图形后,按 HOLD 键,使数值固定移至第二个图形,位置安置好后,再按 HOLD 键,继续第二个图形

面积测量。如此下去，直至测量完，此时显示数值则为上述各图形面积之和。

注意：(1)采用脉冲测量时，没有单位符号显示，当换算比例尺为 1：1 时，每个脉冲等于 0.1cm²；(2)被测算的图形较大，如直径超过 30cm 时，应分成两个或多个部分进行累加测量，以防溢出。

（五）多功能数字求积仪

x-PLAN 360i 就是一种多功能的仪器，既可以量测面积，又可量测线长（直线或曲线）、坐标、弧长和半径等。

该仪器集数字化和计算处理功能为一体，是一种十分方便的量测工具。

直线量测时，只需对准其端点；规则曲线的量测只需对准其端点和一个中间点便可快速地测算出曲线的半径和弧长；对于不规则的曲线，可通过跟踪的方式来进行量测，其长度量测的分辨率可高达 0.05mm。

由于该仪器具有数字功能，所以可计算出图纸上任意点相对于坐标原点和坐标轴的坐标。

此外，x-PLAN 360i 还可以通过一分离式的小型打印机打印出测算结果，同时也可通过 RS232C 接口接收来自计算机的指令或向计算机输出量测结果。

第十章　变更地籍调查与测量

第一节　概　　述

变更地籍调查与测量是指在完成初始地籍调查与测量之后，为适应日常地籍工作的需要，为保持地籍资料的现势性而进行的土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用状况的调查。通过变更地籍调查与测量，可以使地籍资料保持现势性，逐步完善地籍内容。

一、变更地籍调查与测量的作用与特点

初始地籍建立后，随着社会经济的发展，土地被更细致地划分，建筑物越来越多，用途发生不断的变化，以房地产为主题的经济活动，如房地产的继承、转让、抵押等，更加频繁，因此，要求地籍管理者必须及时做出反应，对地籍信息进行变更，以维持社会秩序和保障经济活动正常运作。初始地籍就像初生的婴儿，需要汲取营养，才能健康成长。因此变更地籍才是地籍的生命所在，也是地籍得以存在几千年的理由。在德国，有近200年的完整的地籍记录，现已毫无遗漏地覆盖了全部国土，地籍记录的最小地块只有几平方米，在两次世界大战中，它的地籍资料仍得到有效的保护。地籍为德国的经济发展做出了重要的贡献。

(一)变更地籍调查与测量的作用

变更地籍调查与测量的作用主要体现在以下几个方面：

(1)保持地籍资料的现势性。

(2)可使实地界址点位逐步得到认真的检查、补置、更正。

(3)使地籍资料中的文字部分，逐步得到核实、更正、补充。

(4)逐步消除初始地籍中可能存在的差错。

(5)使地籍测量成果的质量逐步提高。

(二)变更地籍调查与测量的特点

变更地籍调查与测量和初始地籍调查与测量在地理基础、内容、技术方法和原则上是一样的，但变更地籍调查与测量又有下列特点：

(1)目标分散，发生频繁，调查范围小。

(2)政策性强，精度要求高。

(3)变更同步，手续连续。进行了变更测量后，与本宗地有关的表、卡、册、证、图均需进行变更。

(4)任务紧急。使用者提出变更申请后，需立即进行变更调查与测量，才能满足使用者的要求。

由此可见，变更地籍调查与测量是地籍管理的一项日常性工作，变更地籍调查与测量通常由同一个外业组一次性完成。

二、地籍变更的内容

地籍变更的内容主要是宗地信息的变更,包括更改宗地边界信息的变更和不更改宗地边界信息的变更。

(一)更改边界宗地信息的变更情况

(1)征用集体土地。

(2)城市改造拆迁。

(3)划拨、出让、转让国有土地使用权,包括宗地分割转让和整宗土地转让。

(4)土地权属界址调整、土地整理后的宗地重划。

(5)宗地的边界因冲积作用或泛滥而发生的变化等。

(6)由于各种原因引起的宗地分割和合并。

(二)不更改边界宗地信息的变更情况

(1)转移、抵押、继承、交换、收回土地使用权。

(2)违法宗地经处理后的变更。

(3)宗地内地物、地貌的改变等。如新建建筑物、拆迁建筑物、改变建筑物的用途及房屋的翻新、加层、扩建、修缮。

(4)精确测量界址点的坐标和宗地的面积。这通常是为了转让、抵押等土地经济活动的需要。

(5)土地权利人名称、宗地位置名称、土地利用类别、土地等级等的变更。

(6)宗地所属行政管理区的区划变动,即县市区、街道(地籍区)、街坊(地籍子区)、乡镇等边界和名称的变动。

(7)宗地编号和房地产登记册上编号的改变。

三、地籍变更申请

地籍变更申请一般有两种情况:一是间接来自于社会的申请,二是来自于国土管理部门的日常业务申请。所谓间接来自于社会的地籍变更申请是指土地管理部门接到房地产权利人提出的申请或法院提出的申请后,根据申请报告由国土管理部门的业务科室向地籍变更业务部门提出的地籍变更申请。土地管理部门的业务科室在日常工作中经常会产生新的地籍信息,例如监察大队、地政部门、征地部门等,这些业务科室应向地籍变更业务主管部门提出地籍变更申请。

地籍变更的资料通常由变更清单、变更证明书和测量文件组成。一般说来,如变更登记的内容不涉及界址的变更,并且该宗地原有地籍几何资料是用解析法测量的,则经地籍管理部门负责人同意后,只变更地籍的属性信息,不进行变更地籍测量,而沿用原有几何数据。

四、变更地籍调查与测量的准备

变更地籍调查与测量的技术、方法与初始地籍调查与测量相同。变更地籍测量前必须充分检核有关宗地资料和界址点点位,并利用当时已有的高精度仪器,实测变更后宗地界址点坐标。所以,进行变更地籍调查与测量之前应准备下述主要资料:

(1)变更土地登记或房地产登记申请书。

(2)原有地籍图和宗地图的复制件。

(3)本宗地及邻宗地的原有地籍调查表的复制件(包括宗地草图)。

(4)有关界址点坐标。

(5)必要的变更数据的准备,如宗地分割时测设元素的计算。

(6)变更地籍调查表。

(7)本宗地附近测量控制点成果,如坐标、点的标记或点位说明、控制点网图。

(8)变更地籍调查通知书。

变更地籍调查通知书的形式如下:

变更地籍调查通知书

根据你(或单位)提交的变更土地登记或房地产登记申请书,特定于×月×日×时到现场进行变更地籍调查。请你(单位或户主)届时派代表到现场共同确认变更界址。如属申请分割界址或自然变更界址的,请预先在变更的界址点处设立界址标志。

国土管理机关盖章

年 月 日

五、变更地籍要素的调查

在变更地籍调查中,应着重检查和核实以下内容:

(1)检查变更原因是否与申请书上的一致。

(2)检查本宗地及邻宗地指界人的身份。

(3)全面复核原地籍调查表中的内容是否与实地情况一致,如:

——土地使用者名称、单位法人代表或户主姓名、身份证号码、电话号码等。

——土地坐落、四邻宗地号或四邻使用者姓名。

——实际土地用途。

——建筑物、构筑物及其他附着物的情况等。

以上各项内容若有不符的,必须在调查记事栏中记录清楚,遇到疑难或重大事件时,留待以后调查研究处理,有了处理结果再修改地籍资料。

六、变更地籍资料的要求

变更地籍调查与测量后,必须对有关地籍资料作相应的变更,做到各种地籍资料之间有关内容一致。通过变更后,本宗地的图表、卡册、证之间,相邻宗地之间的边界描述及宗地四邻等内容不应产生矛盾。

地籍资料的变更应遵循用精度高的资料取代精度低的资料、用现势性好的资料取代陈旧的资料这一原则。考虑到变更地籍资料的规范性和有序性,要求如下:

(一)宗地号、界址点号的变更

在长时期的地籍管理过程中,一个宗地号对应着唯一的一个宗地。宗地合并、分割、边界调整时,宗地形状会改变,这时宗地必须赋予新号,旧宗地号将作为历史,不复再用。同理,旧界址点废弃后,该点在街坊内统一的编号作为历史,不复再用,新的界址点赋予新号。

（二）宗地草图的变更

宗地草图必须重新绘制。

（三）地籍调查表的变更

新的变更地籍调查表在现场调查时填写，并由有关人员签名盖章认可，用以替代旧的地籍调查表。

（四）地籍图的变更

铅笔原图作为原始档案，不作改动，变更在二底图上进行。发生变更时，首先复制一份二底图，在复制件上标明变更情况作为历史档案保存备查，然后根据变更测量成果及新的宗地草图修改二底图的有关内容。

（五）宗地图的变更

按新的宗地草图或地籍图制作宗地图。当变更涉及邻宗地但不影响该邻宗地的权属、界址范围时，邻宗地的宗地图无需重新制作。

（六）宗地面积的变更

通常变更测量时用解析法测量界址点的坐标，所以可以用解析坐标计算新的宗地面积。用新的精确度高的宗地面积取代旧的精度较低的面积值，由此而引起的街坊内宗地面积之和与街坊面积的不符合值可不作处理，统计也按新面积值进行。如果新旧面积精度相当，且差值在限值之内，则仍保留原面积。宗地合并时，合并后的宗地面积应与原宗地面积之和相等；宗地分割时，分割后的各宗地面积应与原宗地面积相等，闭合差按比例配赋；边界调整时，调整后的两宗地面积之和不变，闭合差按比例配赋。

（七）界址点坐标的处理

如果原地籍资料中没有该点的坐标，则新测的坐标直接作为重要的地籍资料保存备用。如果旧坐标值精度较低，则用新坐标取代原有资料。如果新测坐标值与原坐标值的差数在限差之内，则保留原坐标值，新测资料归档保存。

（八）房屋的结构、层数、建筑面积等要素的变更

应重新制作房屋调查报告，在变更地籍调查表中填写最新调查数据。

如已建立地籍信息系统，以上工作均可在计算机上完成。

上述变更地籍调查与测量工作完成后，才可履行变更房地产变更手续，在土地登记卡或房地产登记卡中填写变更记事，然后换发土地证书或房地产证书。

第二节　变更界址测量

变更界址测量是为确定变更后的土地权属界址、宗地形状、面积及使用情况而进行的测绘工作。变更界址测量在变更权属调查基础上进行。

变更界址测量包括更改界址和不更改界址两种测量。在工作程序上，可分两步进行，一是界址点、线的检查；二是进行变更测量。

一、更改界址的变更界址测量

（一）原界址点有坐标

1. 界址点检查

（1）这项工作主要是利用界址调查表中界址标志和宗地草图来进行。检查内容包括：界标是否完好，复量各勘丈值，检查它们与原勘丈值是否相符。按不同情况分别做如下处理：

——如果界址点丢失，则应利用其坐标放样出它的原始位置，再用宗地草图上的勘丈值检查，然后取得有关指界人同意后埋设新界标。

——如果放样结果与原勘丈值检查结果不符，则应查明原因后处理。

——如果发生分歧，则不应急于做出结论，宜按“有争论界址”处理，即设立临时标志、丈量有关数据、记载各权利人的主张。如果各方对所记录的内容无异议，则签名盖章。

（2）若检查界址点与邻近界址点间或与邻近地物点间的距离与原记录不符，则应分析原因，按不同情况处理：

——如果原勘丈数据错误明显，则可以依法修改。

——如果检查值与原勘丈值的差数超限，经分析这是由于原勘丈值精度低造成的，则可用红线画去原数据，写上新数据；如果不超限，则保留原数据。

——如果分析结果是标石有所移动，则应使其复位。

2. 变更测量

（1）宗地分割及调整边界时，可按预先准备好的放样数据，测设新界址点的位置，设立界标；也可在有关方面同意的情况下，先设置界标，然后用解析法测量界标的坐标。在变更界址调查表（包括宗地草图）中注明作出修改。

（2）合并宗地及边界调整时，要销毁不再需要的界标，并在原界址调查表（包括宗地草图）复制件中，用红笔画去有关点或线。

（二）原界址点没有坐标

1. 检查界址点

（1）界址点丢失的处理。利用原栓距及相邻界址点间距、界址标示，在实地恢复界址点位，设立新界标。

（2）检查勘丈值与原勘丈值不符时的处理。分析判明原因，然后针对不同情况，如原勘丈值明显有错、原勘丈值精度低、标石有所移动等给予相应的处理（参见上述）。

也可先实测全部界址点坐标，然后进行界址变更。

2. 变更测量

（1）宗地分割或边界调整时，可按预先准备好的放样数据，测设界址点的位置后，埋设标志，也可以在有关方面同意的前提下先埋设界标，再测量界址点的坐标。

（2）宗地合并及边界调整时，要销毁不再需要的界标，并在界址资料中作相应的修改。

（3）用解析法测量本宗地所有界址点的坐标，并以此为基础，更新本宗地所有的界址资料，包括界址调查表（含宗地草图）界址点资料、界址图、宗地面积以及宗地图。

二、不更改界址的变更界址测量

（一）界址点的检查

包括界址点位检查及用原勘丈值检查界址标志是否移动。具体内容同“更改界址的变更界址测量”。

（二）变更测量

一般是用当时已有的高精度的仪器，实测宗地界址点坐标。具体内容除没有分割、边界

调整及合并宗地时设置新界址点及销毁不再需要界址点的工作外，其他与“更改界址的变更地籍测量”基本相同。

第三节　界址的恢复与鉴定

一、界址的恢复

在界址点位置上埋设了界标后，应对界标细心加以保护。界标可能因人为的或自然的因素发生位移或遭到破坏，为保护地产拥有者或使用者的合法权益，须及时对界标的位置进行恢复。

在某一地区进行地籍测量之后，表示界址点位置的资料和数据一般有：界址点坐标，宗地草图上界址点的点之记、地籍图、宗地图等。对一个界址点，以上数据可能都存在，也可能只存在某一种数据。可根据实地界址点位移或破坏情况和已有的界址点数据及所要求的界址点放样精度、已有的仪器设备来选择不同的界址点放样方法。

恢复界址点的放样方法一般有直角坐标法、极坐标法、角度交会法、距离交会法。这几种方法其实也是测定界址点的方法，因此测定界址点位置和界址点放样是互逆的两个过程。不管用哪种方法，都可归纳为两种已知数据的放样，即已知长度直线的放样和已知角度的放样。

1. 已知长度直线的放样

这里的已知长度是指界址点与周围各类点间的距离，具体情况如下所述：

(1)界址点与界址点间的距离；

(2)界址点与周围相邻明显地物点间的距离；

(3)界址点与邻近控制点间的距离。

这些已知长度可以通过坐标反算得到，也可以从宗地草图或宗地图上得到，并且这些距离都是水平距离。

在地面上，可以用测距仪或鉴定过的钢尺量出已知直线的长度，并且在作业过程中考虑仪器设备的系统误差，从而使放样更加精确。

2. 已知角度的放样

已知角度通常都是水平角。在界址点放样工作中，如用极坐标法或角度交会法放样，才要计算出已知角度，此时已知角度一般是指界址点和控制点连线与控制点和定向点之间连线的夹角。设界址点坐标(X_P, Y_P)，放样测站点(X_A, Y_A)，定向点(X_B, Y_B)，则

$$\alpha_{AB} = \arctan\frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \qquad \alpha_{AP} = \arctan\frac{Y_P - Y_A}{X_P - X_A}$$

此时放样角度为$\beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB}$。把经纬仪架设在测站上，瞄准定向方向并使经纬仪读数置零，然后顺时针转动经纬仪的读数等于β，移动目标，使经纬仪十字丝中心与目标重合即可。界址点点位的放样技术和方法见本书第十三章的有关内容。

二、界址的鉴定

依据地籍资料（原地籍图或界址点坐标成果），实地鉴定土地界址是否正确的测量作

业，称为界址鉴定（简称鉴界）。界址鉴定工作通常是在实地界址存在问题，或者双方有争议时进行。

问题界址点如有坐标成果，且邻近还有控制点（三角点或导线点）时，则可参照坐标放样的方法予以测设鉴定。如无坐标成果，则能在现场附近找到其他的明显界址点，应以其暂代控制点，据以鉴定。否则，需要新施测控制点，测绘附近的地籍现状图，再参照原有地籍图、与邻近地物或界址点的相关位置、面积大小等加以综合判定。重新测绘附近的地籍图时，最好能选择与旧图等大的比例尺并用聚酯薄膜测图，这样可以直接套合在旧图上加以对比审查。

正常的鉴定测量作业程序如下：

（一）准备工作

（1）调用地籍原图、表、册。

（2）精确量出原图图廓长度，与理论值比较是否相符，否则应计算其伸缩率，以作为边长、面积改正的依据。

（3）复制鉴定附近的宗地界线。原图上如有控制点或明确界址点（愈多愈好），尤其要特别小心的转绘。

（4）精确量定复制部分界线长度，并注记于复制图相应各边上。

（二）实地施测

（1）依据复制图上的控制点或明确的界址点位，并判定图与实地相符正确无误后，如点位距被鉴定的界址处很近且鉴定范围很小，即在该点安置仪器测量。

（2）如所找到的控制点（或明确界址点）距现场太远或鉴定范围较大，应在等级控制点间按正规作业方法补测导线，以适应鉴界测量的需要。

（3）用光电测设法、支距法或其他点位测设方法，将要鉴定的界址点的复制图上位置测设于实地，并用鉴界测量结果计算面积，核对无误后，报请土地主管部门审核备案。

第四节　土地分割测量*

一、概　　述

（一）土地分割测量的含义

土地分割测量（也称土地划分测量）是一种确定新的地块边界的测量作业。土地分割测量是土地管理工作中一项重要的工作内容，必须依法进行，在得到有关主管部门的批准和业主的同意后，才能重新划定地块的界线。通常遇到以下情况时需要进行土地分割测量：

（1）用地范围的调整，或相邻地块间的界线调整。

（2）城市规划的实施和按规划选址。

（3）土地整理后的地块或宗地的重划。

（4）因规划的实施或其他原因引起的地块或宗地内包含几种地价而需要明确界线的。

（5）地块或宗地需要根据新的用途划分出新的地块或宗地。

（6）由于不在上述之列的原因引起的土地分割或重划。

（二）土地分割的方法

土地分割测量中确定分割点的方法可以归纳为图解法和解析法。所谓图解法土地分割，是指从图纸上图解相关数据计算土地分割元素的方法；所谓解析法土地分割，是指利用设计值或实地量测得到的数据计算土地分割元素的方法。这两种方法在实际工作中，可以单独使用，也可根据具体情况结合使用，即用于土地分割元素计算的数据既有图解的，也有解析的。但不论图解法还是解析法，均可采用几何法分割和数值法分割，以适应不同条件的分割业务。

新地块的边界在土地分割测量时，可以在实地临时用篱笆或由参加者以简单的方式标出，例如离建筑物和其他边界的距离，与道路平行并相隔一定的距离等。有时新的地块边界线是由给定的面积条件或图形条件，采用几何法或数值法分割计算出相应的土地分割元素后，在实地标定。

（三）土地分割测量程序

土地分割测量的程序为准备工作、实地调查检核、土地分割测量。

（1）准备工作。一般包括资料收集和土地分割测量原图的编制。收集的资料应包括申请文件、审批文件，相关的地籍（形）图、宗地图以及已有的桩位放样图件和坐标册等。根据所收集的资料，在满足给定的图形和面积条件下，定出分割点的位置，绘制出土地分割测量原图，以备分割测量时使用。

（2）实地调查检核。土地分割测量的外业工作离不开检核、复测或对被划分地块的周围边界进行调查。具体方法见本章第二节。

（3）土地分割测量。在实地作业时，全面征求土地权属主的意见，充分利用岩石、树桩、田埂、荆棘、篱笆等标示被划分地块的周围边界。否则，须在实地埋设界桩。具体施测方法见本章第二节。

二、几何法分割

几何法土地分割，是指依据有关的边、角元素和面积值，利用数学公式，求得地块分割点位置的方法。土地分割的图形条件和面积条件不同，分割点的计算方法也不同。在下面的公式推导过程中，若无特殊说明，则 F 代表整个地块的面积，f 代表预定分割面积，P 及其下标代表三角形或多边形的面积，后面将不再重述。

（一）三角形的土地分割

（1）过三角形一边的定点 P，作一条直线，分割为预定面积 f。

如图 10-1，自定点 P 作 $PD \perp AC$，并量出 PD，则 $PD \cdot AQ = 2f$，所以

$$AQ = \frac{2f}{PD} \qquad (10\text{-}1)$$

若 $\angle A$ 为已知数据或用经纬仪测得，则

$$AQ = \frac{2f}{AP\sin A} \qquad (10\text{-}1a)$$

即得分割点 Q 的位置。

（2）过三角形一顶点 B 作一条直线，分割为预定面积 f。

如图 10-2，$\triangle ABC$ 与 $\triangle DBC$ 为两同高三角形，其面积分别为 F 与 f。如果已知 $\triangle ABC$

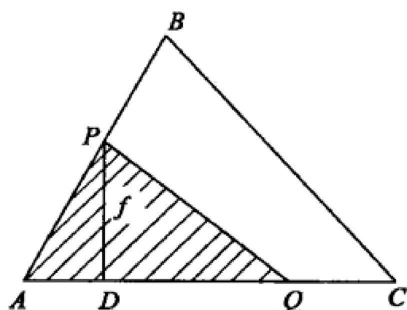


图 10-1 过边上定点分割三角形

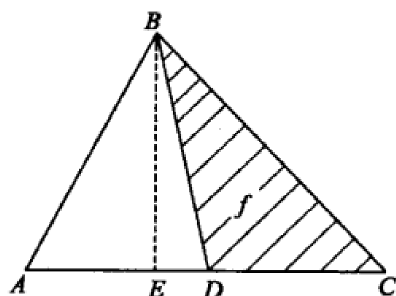


图 10-2 过顶点分割三角形

的底边 AC,则 $P_{\triangle ABC}:P_{\triangle DBC}=AC:DC=F:f$,所以

$$DC = AC \cdot \frac{f}{F} \tag{10-2}$$

如果已知$\triangle ABC$ 的高 BE,则$\frac{DC \cdot BE}{2}=f$,所以

$$DC = \frac{2f}{BE} \tag{10-2a}$$

即得分割点 D 的位置。

(3)分割线平行于一边(AC),分割为预定面积f。

如图 10-3,根据两相似三角形面积之比等于对应边平方的比,得

$$P_{\triangle ABC}:P_{\triangle PBQ} = AC^2:PQ^2 = AB^2:PB^2 = BC^2:BQ^2 = F:f$$

即

$$PB = AB\sqrt{\frac{f}{F}} \qquad BQ = BC\sqrt{\frac{f}{F}} \tag{10-3}$$

其中,B 为已知顶点,则根据 PB、BQ 即可求得分割点 P、Q 的位置。

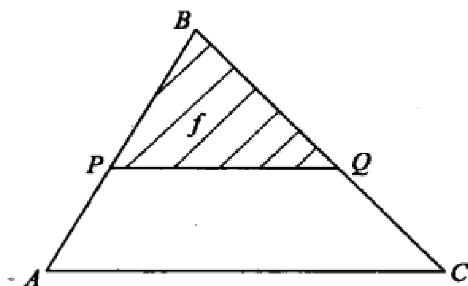


图 10-3 平行于一边的三角形分割

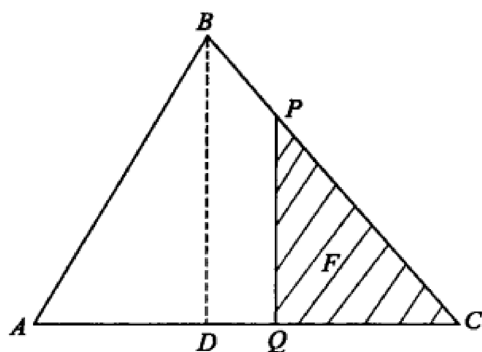


图 10-4 与一边正交的三角形分割

(4)分割线与一边正交,分割为预定面积f。

如图 10-4,作 $BD\perp AC$,则$\triangle BDC$ 与$\triangle PQC$ 相似,$PQ:BD=CQ:CD$,所以

$$PQ=\frac{BD \cdot CQ}{CD}$$

但 $PQ \cdot CQ=2f$,则

$$\frac{BD \cdot CQ^2}{CD}=2f$$

即

$$CQ=\sqrt{\frac{2f\cdot CD}{BD}} \tag{10-4}$$

自 C 量 CQ，作 $PQ\perp AC$，则 PQ 为所求分割线，并以 $PQ\cdot CQ=2f$ 进行核验。

(二)梯形的平行分割

分割线应平行底边，分割为预定面积 f。分割方法有垂线法与比例法。

1. 垂线法

如图 10-5，延长 AB、DC 相交于 E，作 $BG/\!/CD$，$BI\perp AD$，$EH\perp AD$，则 $AG:BI=AD:EH$，又 $AG=AD-BC$，所以

$$EH=\frac{BI\cdot AD}{AD-BC} \tag{10-5}$$

又

$$P_{\triangle EDA}=F=\frac{AD\cdot EH}{2} \tag{10-6}$$

但

$$P_{\triangle EAD}-P_{APQD}=P_{\triangle EPQ}=F-f$$

$$P_{\triangle EPQ}:P_{\triangle EAD}=EK^2:EH^2$$

$$EK^2=\frac{P_{\triangle EPQ}\cdot EH^2}{P_{\triangle EAD}}=\frac{F-f}{F}\cdot EH^2$$

即

$$EK=EH\sqrt{1-\frac{f}{F}}$$

所以

$$h=EH-EK=EH\left(1-\sqrt{1-\frac{f}{F}}\right) \tag{10-7}$$

由式(10-5)与式(10-6)求得 EH 及 F 后代入上式可得分割出之梯形的高 h，则 P、Q 即可确定了。

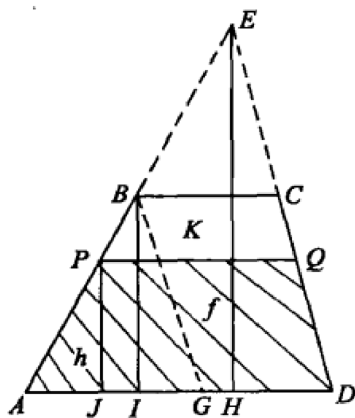


图 10-5 垂线法分割

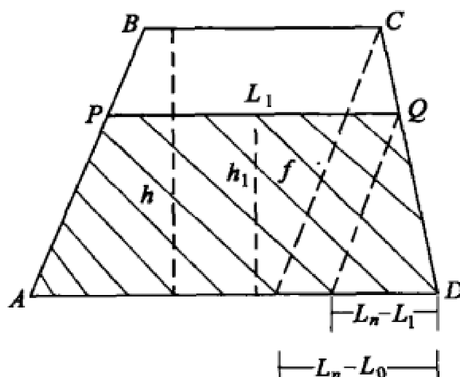


图 10-6 比例法分割

2. 比例法

如图 10-6，已知原梯形上底为 L_0，下底为 L_n，高为 h，分割梯形上底为 L_1，下底为 L_n，高为 h_1，其中 L_1 平行于 L_n，试求分割点 P、Q 的位置。

分割梯形与原梯形面积的比：

$$M=\frac{f}{F}=\frac{(L_1+L_n)h_1}{(L_0+L_n)h} \tag{10-8}$$

分割梯形与原梯形侧边边长的比：

$$m=\frac{AP}{AB}=\frac{DQ}{DC}=\frac{h_1}{h}=\frac{L_n-L_1}{L_n-L_0} \tag{10-9}$$

以式(10-9)代入式(10-8)，则

$$M=\frac{f}{F}=\frac{L_n^2-L_1^2}{L_n^2-L_0^2}$$

即

$$L_1=\sqrt{L_n^2-M(L_n^2-L_0^2)} \tag{10-10}$$

将 L_1 代入式(10-9)，可求得 m，同时可知：

$$h_1=m\cdot h \qquad AP=m\cdot AB \qquad DQ=m\cdot DC \tag{10-11}$$

AP、DQ 既已求得，则分割线自可定出。如未量测 AB、CD，仅量测 h，则可用 h_1 决定 PQ 的位置。PQ 既定，则可用下式来检核：

$$2f=(L_1+L_n)h_1 \tag{10-12}$$

如欲将一梯形平行分割为数个梯形时，因 f 值不同，由此计算的 L_1 也不同，导致 m 也不相同，此时分割点 P、Q 的位置将随之而移动。

(三)任意四边形的分割

(1)分割线过四边形一边上任一定点，分割为预定面积 f。

如图 10-7，连接 PD，并计算 $\triangle PAD$ 的面积设为 F，如 $f>F$，则以 $\triangle PQD$ 补足的，Q 点定位法如下：过 P 作 $PE\perp CD$，令 $f-F=P_{\triangle PQD}=\frac{1}{2}DQ\cdot PE$，所以

$$DQ=\frac{2(f-F)}{PE} \tag{10-13}$$

如 $f<F$，可依三角形土地分割中，过三角形的一个顶点作一条直线，分割为预定面积 f 的方法处理。

(2)分割线平行于四边形一边，分割面积预定为 f。

如图 10-8，过 B 作 $BE/\!/AD$，计算 $\triangle BCE$ 的面积，设为 F。如图 10-8(a)，$f>F$，则分割线应在四边形 $ABED$ 内，可依梯形的平行分割法，求出分割线 PQ 的位置。

如图 10-8(b)，$f<F$，则分割线在 $\triangle BCE$ 内，可按三角形分割线平行于底边的方法加以分割。

(四)地价不等的土地分割

如图 10-9，已知 $\triangle ABC$ 的总面积为 F，其中 $\triangle BAD$ 与 $\triangle BCD$ 的地价单价分别为 U 与 V。则 $\triangle ABC$ 的总地价

$$W=P_{\triangle BAD}\cdot U+P_{\triangle BCD}\cdot V$$

今欲将 $\triangle ABC$ 分割 $\triangle BPQ$，分割线 $PQ/\!/AC$，面积设为 f，则分割面积 $\triangle BPQ$ 的地价

$$\omega=P_{\triangle BPE}\cdot U+P_{\triangle BQE}\cdot V$$

由图可知：

$$\frac{BP}{BA}=\frac{BQ}{BC}=\frac{PQ}{AC}=\frac{h_1}{h}=m$$

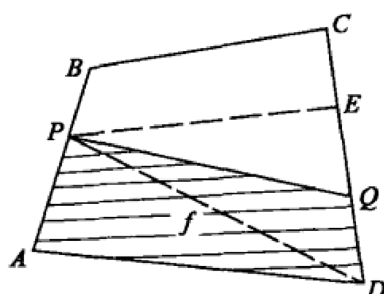


图 10-7　过四边形一边上定点分割面积

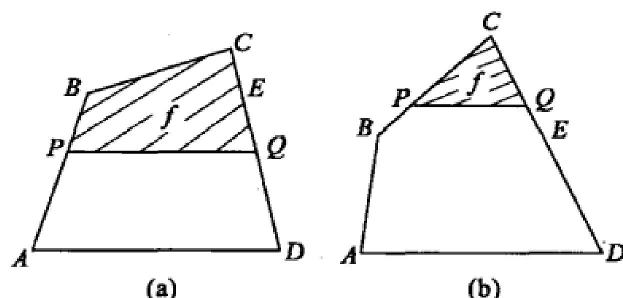


图 10-8　四边形的平行分割

但
$$PQ \cdot h_1 = 2f \qquad AC \cdot h = 2F$$

则
$$\frac{f}{F} = \frac{PQ}{AC} \times \frac{h_1}{h} = m^2 \text{ 或 } m = \sqrt{\frac{f}{F}}$$

今因需按地价分割(即分割其总价应等于预定的 ω),故应以地价代替面积,从而得下式:

$$m = \sqrt{\frac{\omega}{W}} = \sqrt{\frac{\omega}{P_{\triangle BAD} \cdot U + P_{\triangle BCD} \cdot V}} = \sqrt{\frac{2\omega}{(AD \cdot U + CD \cdot V)h}} \tag{10-14}$$

依式(10-14)算得 m 后,再依下式求得分割面积的边长与高:

$$\begin{aligned} &BP = m \cdot BA, \quad PE = m \cdot AD, \quad BQ = m \cdot BC \\ &h_1 = m \cdot h, \qquad QE = m \cdot CD \end{aligned} \tag{10-15}$$

从而决定 P、Q 的点位,并以下式核验:

$$2\omega = (PE \cdot U + QE \cdot V)h_1 \tag{10-16}$$

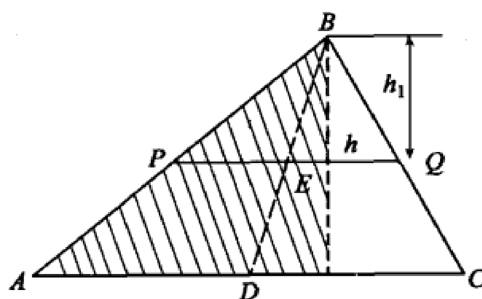


图 10-9　地价不等的土地分割

三、数值法土地分割

数值法土地分割,是指以地块的界址点坐标作为分割面积的依据,利用数学公式,求得分割点坐标的方法。这种方法精度较高,且可长久保存,常用于地域较大及地价较高的地块划分。

已知任意四边形 $ABCD$,其各角点的坐标已知,四边形的总面积为 F,现有一直线分割四边形 $ABCD$,如图 10-10,与 AB 边的交点为分割点 P,与 CD 边的交点为分割点 Q,已知 $APQD$ 的面积为 f,求分割点 P、Q 的坐标 (X_P, Y_P)、(X_Q, Y_Q)。

由上面列出的条件可得到两个三点共线方程:

A、P、B 点的共线方程为：

$$\frac{Y_P - Y_A}{X_P - X_A} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \tag{10-17}$$

C、Q、D 点的共线方程为：

$$\frac{Y_Q - Y_C}{X_Q - X_C} = \frac{Y_D - Y_C}{X_D - X_C} \tag{10-18}$$

又分割面积 f 为已知，则可依据各角点坐标列出面积公式：

$$2f = \sum_{i=1}^{n} (X_i + X_{i+1})(Y_{i+1} - Y_i) \tag{10-19}$$

其中，i 为测量坐标系中，图形按顺时针方向所编点号，$i=1,2,3,\cdots,n$，本例中的 1,2,3,4 对应 A,B,C,D。

上述三个方程不能解求四个未知数，必须再给出一个已知条件并列出方程与上述三个方程构成方程组，从而结算出 P、Q 点的坐标。现分述如下。

(1)当 P、Q 两点所在的直线过一定点 K(见图 10-11)，已知 K 点的坐标为(X_K,Y_K)，此时，有 P、K、Q 三点共线方程：

$$\frac{Y_K - Y_P}{X_K - X_P} = \frac{Y_Q - Y_P}{X_Q - X_P} \tag{10-20}$$

联立方程式(10-17)、(10-18)、(10-19)、(10-20)，即可求得 P、Q 两点的坐标。

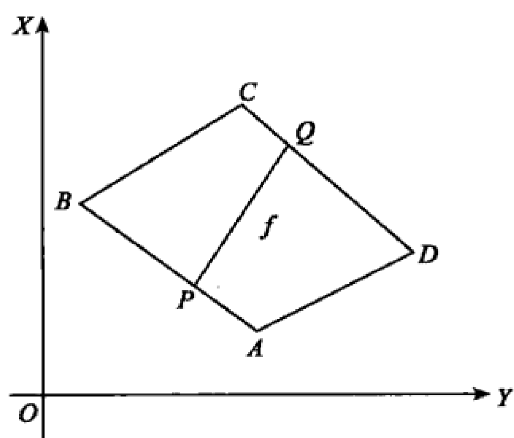


图 10-10　四边形分割图示

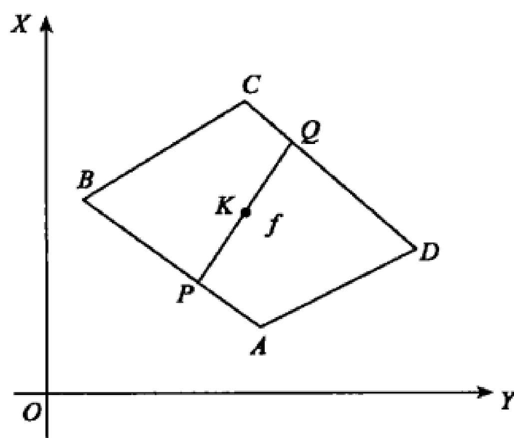


图 10-11　过定点分割图示

如果 K 点在 AB 边上，则 K 点与 P 点重合，联立方程(10-18)和(10-19)，即可求得 P、Q 两点的坐标。

如果 K 点在 CD 边上，则 K 点与 Q 点重合，联立方程(10-17)和(10-19)，即可求得 P、Q 两点的坐标。

(2)当 PQ 平行多边形一边时，即已知 PQ 所在的直线方程的斜率。如图 10-12 所示，$PQ /\!/ AD$，则 $K_{PQ}=K_{AD}$，所以

$$\frac{Y_Q - Y_P}{X_Q - X_P} = \frac{X_D - X_A}{Y_D - Y_A} \tag{10-21}$$

联立方程式(10-17)、(10-18)、(10-19)、(10-21)，即可求得 P 和 Q 点的坐标。

(3)当 PQ 垂直于多边形一边时,即已知 PQ 所在的直线方程的斜率。如图 10-13 所示,$PQ \perp AB$,则 $K_{PQ}=\frac{1}{K_{AB}}$,所以

$$\frac{Y_Q-Y_P}{X_Q-X_P}=\frac{X_B-X_A}{Y_B-Y_A} \tag{10-22}$$

联立方程式(10-17)、(10-18)、(10-19)、(10-22),即可求得 P、Q 两点的坐标。

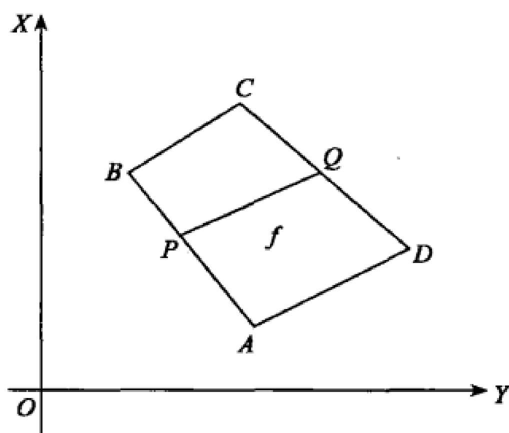


图 10-12　平行分割图示

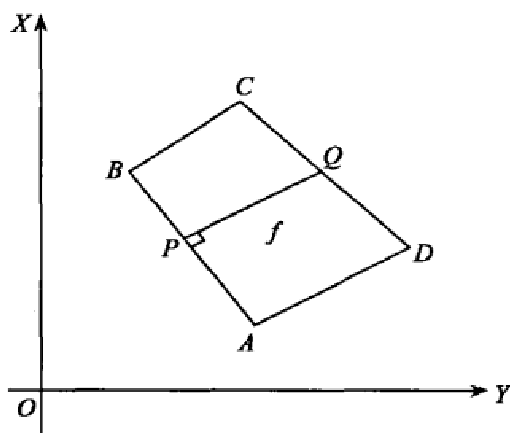


图 10-13　垂直分割图示

上述结论适用于不同形状地块的土地分割计算,包括三角形、四边形以及多边形地块。

运用数值法进行土地分割计算时,应注意以下几个问题:

(1)坐标系的转换:上述方程组是在测量坐标系中给出的。当所给出的坐标系为数学坐标系或施工坐标系时,应先将坐标系转换为测量坐标系。

(2)点的编号顺序:由于方程组中含有坐标法面积公式,此时需注意点的编号顺序应为顺时针,以保证面积值为正。如果采用逆时针编号,则应取绝对值。

(3)当地块边数较多时,可将其划分为几个简单图形分别计算。若无法定出分割点 P、Q 所在的边,则可将邻近边的直线方程尽皆列出,分别参与方程组的计算,并依据面积条件进行取舍,以求得最终的分割点坐标。

土地分割及界线调整的案例很多,每个案例条件各不相同,只要灵活应用上述方程组,并做到具体问题具体分析,则对于一般的分割业务均能应付自如。

思　考　题

1. 什么是变更地籍调查与测量?试述其作用和特点。
2. 宗地信息的变更中,哪些情况需要更改宗地的边界信息?
3. 宗地信息的变更中,哪些情况不需要更改宗地的边界信息?
4. 变更地籍调查与测量前,主要应准备哪些资料?
5. 恢复界址点的放样方法主要有哪些?实际作业时,主要包括哪些工作?
6. 什么是界址点的鉴定?试述鉴定测量的作业程序。

7. 什么是土地分割测量？何种情况下需要进行土地分割测量？

8. 土地分割测量采用什么方法？

9. 什么是几何法土地分割？什么是数值法土地分割？试述各自的适用范围。

第十一章　数字地籍测量

第一节　概　　述

一、数字地籍测量概述

地籍测量技术和方法是当今测绘技术应用的集成，是与测绘技术和方法同步发展的。传统的地籍测量利用大平板、小平板、经纬仪对各种地籍要素及有关的地物和地貌要素进行测定，用专用符号并按一定的比例尺绘制成图，其成果是人工绘制的模拟地籍图。

科学技术的进步，计算机的普及，各种软件的开发和电子测绘仪器的发展与应用，促进了测绘技术向自动化、数字化方向发展。测量成果不再是纸质图，而是以数字形式存储在计算机中可以传输、处理、共享的数字图。

数字地籍测量是数字测绘技术在地籍测量中的应用，其实质是一种全解析的机助测图方法。数字地籍测量是以计算机为核心工具，在外连输入输出设备及软硬件的支持下，对各种地籍信息数据进行采集、输入、成图、绘图、输出、管理的测绘方法。数字地籍测量是一个融地籍测量外业、内业于一体的综合性作业系统，是计算机技术用于地籍管理的必然结果。它的最大优点是在完成地籍测量的同时还可建立地籍图形数据库，从而为实现现代化地籍管理奠定基础。

数字地籍测量模式有三种，它们分别是野外数字地籍测量模式、数字摄影地籍测量模式和内业扫描数字化地籍测量模式。这三种模式各有优缺点，它们相互补充，相辅相成，实现地籍信息的全覆盖采集。

1. 野外数字地籍测量模式

对于尚未测绘大比例尺地籍图的城镇地区，该模式是一种可行和非常值得推荐的测量模式。所采集的数据经过后续软件的处理，便可得到该地区的大比例尺地籍图以及其他各种专题图，同时还可以为建立该地区的地籍数据库提供基础数据。

根据数据采集所使用的硬件不同又可分为如下几种模式：

(1)全站仪+电子记录簿(如 PC-E500、GRE3、GRE4 等)+测图软件

这种采集方式是利用全站仪在野外实地测量各种地籍要素的数据，在数据采集软件的控制下实时传输给电子手簿，经过预处理后按相应的格式存储在数据文件中，同时配绘草图，供测图软件进行编辑成图。这是早期主要的数字地籍测量模式。其优点是容易掌握，缺点是草图绘制复杂，容易出错，功效不高。

(2)全站仪+便携式计算机+测图软件

这是一种集数据采集和数据处理于一体的数字式地籍测量方式，由全站仪在实地采集全部地籍要素数据，由通信电缆将数据实时传输给便携式计算机，数据处理软件实时处理并显示所测地籍要素的符号和图形，原始采样数据和处理后的有关数据均记录于相应的数据

文件或数据库中。由于现场成图，因而这种模式具有直观、速度快、效率高的优点。其缺点为便携式计算机价格昂贵、适应野外环境的能力较差。

(3)全站仪+掌上电脑+测图软件

这种模式的作业方式与上一种相同。由于掌上电脑价格低廉、操作简便、现场成图、速度快、效率高，其应用前景十分广阔。

(4)GPS-RTK 接收机+测图软件

利用 GPS-RTK 接收机在野外实地测量各种地籍要素的数据，经过 GPS 数据处理软件进行预处理，按相应的格式存储在数据文件中，同时配绘草图，供测图软件进行编辑成图。GPS-RTK 接收机是一种实时、快速、高精度、远距离数据采集设备，发展于 20 世纪 90 年代中期。其显著的优点是控制点大大减少。在平坦地区，一个控制点可测量几十平方公里甚至几百平方公里；在复杂地区，也比前三种模式的控制点减少 10 倍以上，因此其测量效率大大提高。其缺点为必须绘制测量草图。一些无线电死角和卫星信号死角无法采集数据，必须用全站仪进行补充。这种模式在土地利用现状调查及其变更调查、土地利用监测中将大显身手。

(5)GPS-RTK 接收机+全站仪+掌上电脑+测图软件

这种模式可以克服以前集中数字测量模式的缺点，发挥它们各自的优点，可适应任何地形环境条件和任意比例尺地籍图的测绘，实现全天候、无障碍、快速、高精度、高效率的内外业一体化采集地籍信息，是未来发展的必然方向。

2. 数字摄影地籍测量模式

这种数据采集的方式是基于数字影像和摄影测量的基本原理，应用计算机技术、数字影像处理、影像匹配、模式识别等多学科的理论与方法，在数字影像上利用专业的摄影测量软件来采集和处理数据，从而获得所需要的基本地籍图和各种专题地籍图，如土地利用现状图。

3. 内业扫描数字化地籍测量模式

这种数据采集方式是利用数字化仪或扫描仪对已有的地籍图进行数字化，将地籍图的图解位置转换成统一坐标系中的解析坐标，并应用数字化的符号和计算机键盘输入地籍图符号、属性代码和注记；而界址点的坐标数据可由全野外测量得到，或把已有界址点的坐标数据输入计算机，然后将这两部分数据叠加并在数据处理软件的控制下得到各种地籍图和表册。

实际工作中所说的数字地籍测量主要是指大比例尺全野外地面数字地籍测量。本章主要介绍全野外数字地籍测量和模拟地籍图扫描数字化。

二、数字地籍测量的发展

20 世纪 50 年代美国国防制图局开始制图自动化的研究，这一研究同时也推动了制图自动化全套设备的研制，包括各种数字化仪(手扶数字化仪及半自动跟踪数字化仪)、扫描仪、数控绘图仪以及计算机接口技术等。随着计算机及其外围设备的不断发展和完善，20 世纪 70 年代，对计算机制图理论和应用(如地图图形数字表示和数学描述，地图资料的数字化和数据处理方法，地图数据库和图形输出等)问题进行了深入的研究，使制图自动化形成了规模生产，美国、加拿大及欧洲各国在相关的重要部门都建立了自动制图系统。进入

20 世纪 80 年代，世界上各种类型的地图数据库和地理信息系统（GIS）相继建立，计算机制图得到了极大发展和广泛应用。

我国数字地籍测量是随着数字测图的发展而产生的，数字测图的发展大致经历了以下三个阶段：

第一阶段是从 1980—1987 年。这一阶段参加研究的人员和单位比较少，人们对数字测图的许多问题还模糊不清，再加上当时测图系统的硬件和软件的限制，所研制的数字测图还很不成熟。

1988—1991 年为第二阶段。这一阶段参加研制的单位和人员增多，先后研制了十几套数字测图系统，并在生产中得到应用。野外数据采集开始采用国内自行研制的电子手簿进行自动记录、计算和图形信息的输入与修改等。编码方法一种是采用绘制简单草图，然后再根据草图进行数据编码；另一种是直接野外编码，不绘草图。内业图形编辑已有了全部自行研制开发的地图图形编辑系统，可对所测的数字图在屏幕上进行各种编辑和汉字、字符注记，也有的是在 AutoCAD 平台上进行二次开发，利用 AutoCAD 强大的绘图功能进行图形编辑。

1992 年以后，我国数字测图进入了全面发展和广泛应用阶段。随着我国大范围数字测图的生产和应用，人们对数字测图的认识进一步提高，并提出了一些新的更高的要求，数字测图不再局限于前一阶段只生产数字地图这一范围，而更多地考虑数字地图产品如何与各类专题 GIS 进行数据交换，如何应用数字地图产品进行工程计算。因而，人们开始对前一阶段研制的各种数字测图系统的数据结构、开发性、可扩充性等进行了新的研究，并进行大范围多种图（地形图、地籍图、管线图、工程竣工图等）的试验和生产，在此基础上，国内推出了成熟的、商品化的数字测图系统，并在生产中得到了广泛的应用。

随着数字测图的科学技术理论与实践的进步，这项技术也逐步应用到地籍测量中。一些数字成图软件的研制和开发进一步促进了数字地籍测量的发展。数字地籍测量作为一种先进的测量方法，其自动化程度和测量精度均是其他方法难以达到的。目前，数字地籍测量已经逐步成为地籍测量的主流，正处于蓬勃发展的时期，其理论和方法也在实践中逐步得到完善和创新。

三、数字地籍测量的特点

与模拟测图相比，数字地籍测量具有明显的优势和广阔的发展前景，其特点主要体现在以下几个方面：

（一）自动化程度高

数字地籍测量的野外测量能够自动记录，自动解算处理，自动成图、绘图，并向用图者提供可处理的数字地图。数字地籍测量自动化的效率高，劳动强度小，错误几率小，绘制的地图精确、美观、规范。

（二）精度高

模拟测图方法的比例尺精度决定了图的最高精度，图的质量除点位精度外，往往与图的手工绘制有关，因此，无论所采用的测量仪器精度多高，测量方法多精确，都无法消除手工绘制对地籍图精度的影响。数字地籍测量在记录、存储、处理、成图的全过程中，观测值是自动传输的，数字地籍图毫无损失地体现外业测量精度。

(三)现势性强

数字地籍测量克服了纸质地籍图连续更新的困难。地籍管理人员只需将数字地籍图中变更的部分输入计算机,经过数据处理即可对原有的数字地籍图和相关的信息作相应的更新,保证了地籍图的现势性。数字地籍测量的这种优势在城镇变更地籍中能得到充分体现。

(四)整体性强

常规地籍测量是以幅图为单位组织施测。数字地籍测量在测区内部不受图幅限制,作业小组的任务可按照河流、道路的自然分界来划分,也可按街道或街坊来划分,当测区整体控制网建立后,就可以在整个测区内的任何位置进行实测和分组作业。其成果可靠性强,精度均匀,减少了常规测量接边的问题。

(五)适用性强

数字地籍测量是以数字形式储存的,可以根据用户的需要在一定范围内输出不同比例尺和不同图幅大小的地籍图,输出各种分层叠加的专用地籍图。数字地籍图可以方便地传输、处理和供多用户共享,可以自动提取点位坐标、两点间距离、方位角,量算宗地面积,输出各种地籍表格,等等;通过接口,数字地籍图可以供地理信息系统建库使用;可依软件的性能,方便地进行各种处理、计算,完成各项任务;数字地籍测量既保证了高精度,又提供了数字化信息,可以满足建立地籍信息系统及各专业管理信息系统的需要。

但是,数字地籍测量也有缺点:一是硬件要求高,一次性投入太大,成本高;二是利用全站型电子速测仪或 GPS 与电子手簿野外采集数据时,必须绘制草图,这在一定程度上会影响工作效率,增加野外操作人员的负担。但是,随着便携式计算机和掌上电脑在野外测绘的应用,这种状况已经得到改进,并使数字地籍测量工作向内外业一体化方向发展。

四、数字地籍测量的作业流程

数字地籍测量可以分为三个阶段,即数据采集、数据处理和数据的输出。图 11-1 所示为全野外数字地籍测量的作业流程。数据采集是在野外和室内电子测量与记录仪器上获取数据,这些数据要按照计算机能够接受的和应用程序所规定的格式记录。从采集的数据转换为地图数据,需要借助计算机程序,在人机交互方式下进行复杂的处理,如坐标转换、地图符号的生成和注记的配置等,这就是数据处理阶段。地图数据的输出以图解和数字两种方式进行。图解方式是利用自动绘图仪绘图;数字方式是数据的存储,建立数据库。

第二节　数字地籍测量的软硬件环境

一、数字地籍测量系统硬件的组成

数字地籍测量系统是以计算机为核心的。如图 11-2 所示,它的硬件由计算机主机、全站型电子速测仪、数据记录器(电子手簿)、数字化仪、打印机、绘图仪及其输出、输入设备组成。

全站型电子速测仪采集野外数据通过数据记录器(电子手簿、PC 卡、掌上电脑)输入计算机(包括台式和便携式)。功能较全的全站型电子速测仪可以直接与计算机进行数据传输。若用便携式计算机作电子平板,则可将其带到现场,直接与全站仪通信,记录数据,实时成图。

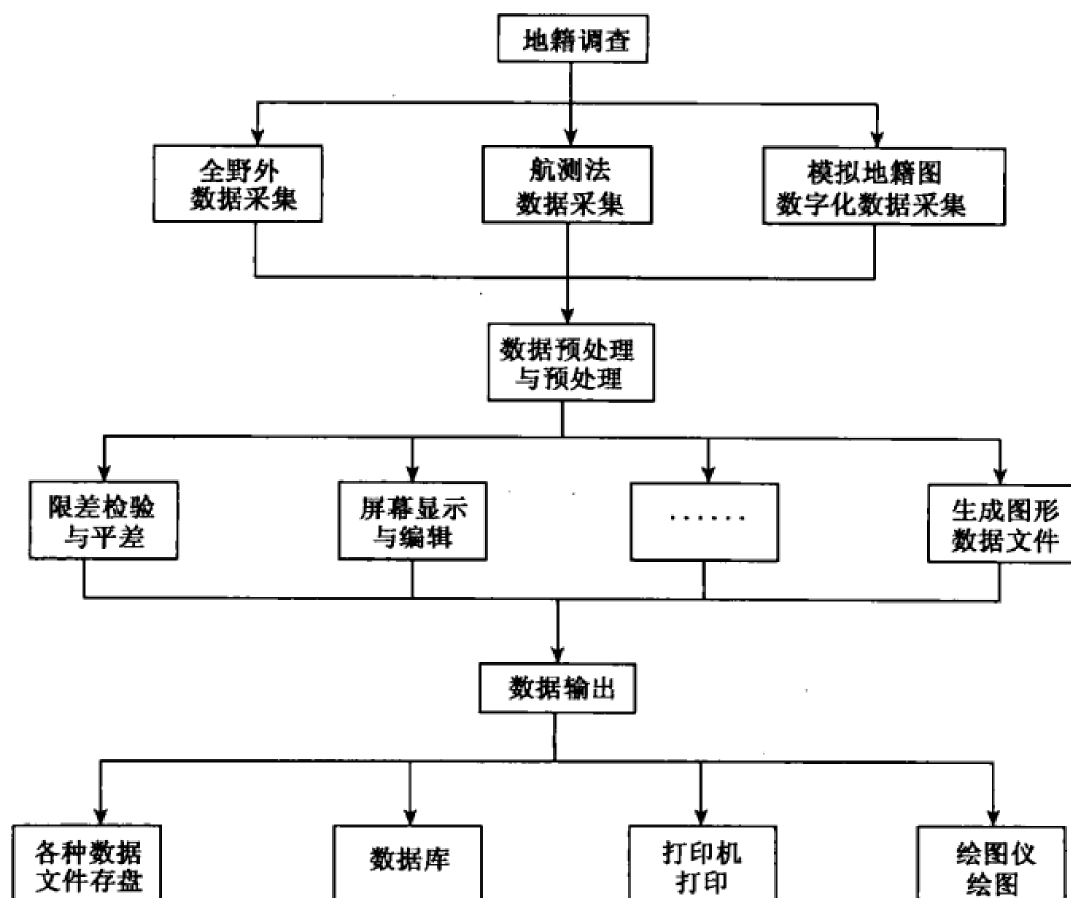


图 11-1　数字地籍测量流程图

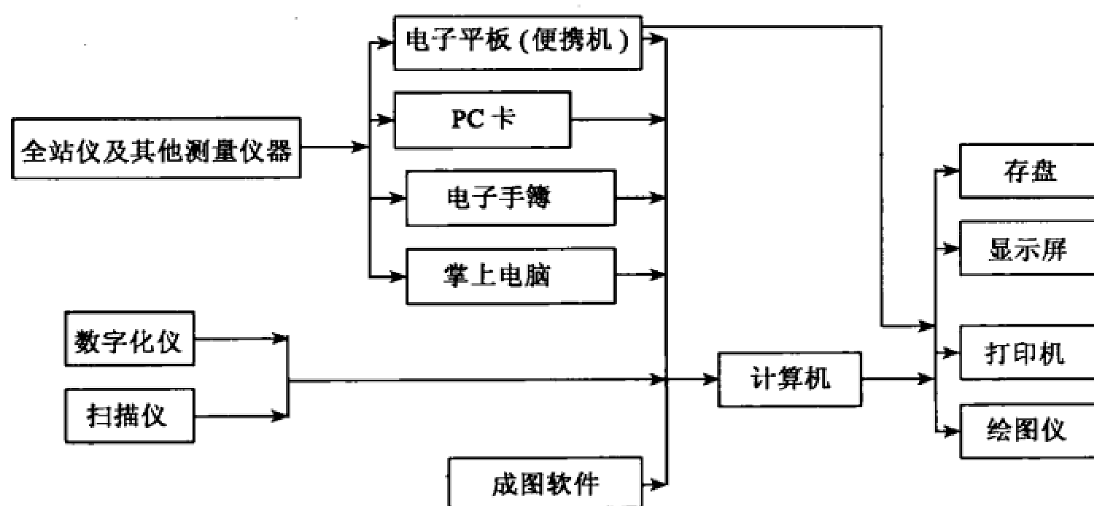


图 11-2　数字地籍测量硬件组成

绘图仪和打印机是该系统不可缺少的输出设备。数字化仪通常用于现有地图的数字化工作。其他输入、输出设备还有图像/文字扫描仪、磁带机等。计算机与外接输入、输出设备的连接，可通过自身的串行接口、并行接口及计算机网络接口实现。

二、数字地籍测量的硬件功能与使用

(一)计算机硬件

计算机是数字地籍测量系统的核心。计算机的硬件由中央处理器(CPU)、存储器、输入、输出设备组成。

(二)全站型电子速测仪

全站型电子速测仪是由电子测角、电子测距、电子计算和数据存储单元等组成的三维坐标测量系统，测量结果能自动显示，并能与外围设备交换信息，是一种多功能测量仪器。由于全站型电子速测仪较完善地实现了测量和处理过程的电子化和一体化，所以人们也通常称之为全站型电子速测仪，简称全站仪。

由上所知，全站型电子速测仪是由电子测角、电子测距、电子计算和数据存储系统等组成的，它本身就是一个带有特殊功能的计算机控制系统。从总体上看，全站仪由下列两大部分组成：

(1)为采集数据而设置的专用设备：主要有电子测角系统、电子测距系统、数据存储系统，还有自动补偿设备等。

(2)过程控制机：主要用于有序地实现上述每一专用设备的功能。过程控制机包括与测量数据相连接的外围设备及进行计算、产生指令的微处理机。只有上面两大部分有机结合，才能真正地体现“全站”功能，即既要自动完成数据采集，又要自动处理数据和控制整个测量过程。

20世纪20年代末、90年代初，人们根据电子测角系统和电子测距系统的发展不平衡，将全站仪分成两大类，即积木式和整体式。

积木式(Modular)，也称组合式，它是指电子经纬仪和测距仪既可以分离也可以组合。用户可以根据实际工作的要求，选择测角、测距设备进行组合。

整体式(Integrated)，也称集成式，它是指将电子经纬仪和测距仪做成一个整体，无法分离。

20世纪90年代以来，基本上都发展为整体式全站仪。随着计算机技术的不断发展与应用以及用户的特殊要求与其他工业技术的应用，全站仪出现了一个新的发展时期，出现了带内存、防水型、防爆型、电脑型等全站仪，使得全站仪这一最常规的测量仪器越来越能满足各项测绘工作的需要，发挥更大的作用。

世界上第一台电子速测仪Elta14于1968年由原联邦德国奥普托厂研制成功。近几十年来，由于引用了微电子技术，新一代的全站型电子速测仪不论在外形、结构、体积和重量方面，还是在功能效率方面，都取得了惊人的进步。目前，全站仪产品已有几十种型号，且其精度、测程、重量和体积等各项指标都稳步提高，可以满足各类测量工程的需要。国内常用的一些知名厂家的部分全站型电子速测仪的主要技术指标见表11-1。

表 11-1 全站型电子速测仪的主要技术指标

指标项		测角精度(标准差)/(″)	测距精度 /mm+D $\times10^{-6}$	测程(单棱镜)/km	自动补偿机构	补偿范围/(′)	补偿精度/(″)	数据记录装置	内置应用程序
徕卡(Leica)	TC6005	5	3+3	1.1	双轴	±3	±2	内置内存或 RS-232 接口	有
	TC1100	3	2+2	3.5	双轴	±3	±1	PCMCIA 存储卡或 RS-232 接口	有
	TC1500	2	2+2	3.5	双轴	±3	±0.3	PCMCIA 存储卡或 RS-232 接口	有
拓普康(Topcon)	GTS-700	1	2+2	2.7	双轴	±3	1	PCMCIA 存储卡	有
	GTS-301S	2	2+2	2.7	双轴	±3	1	RS-232 接口	有
	GTS-211D	5	3+2	1.2	双轴	±3	1	RS-232 接口	有
索佳(Sokkia)	SET2C/2B	2	3+2	2.7	双轴	±3	±1	SDC4 存储卡或 RS-232 接口	有
	SET5F	5	3+2	1.5	双轴	±3	1	内置内存或 RS-232 接口	有
	NET2B	2	1+0.7	0.5～1.0	双轴	±3	1	RS-232 接口	有
尼康(Nikon)	DTM-A10LG	5	3+3	2.0	单轴	±3	±1	RS-232 接口或 NK-NET 接口	有
	DTM-A5LG	2	2+2	1.8～0.7	单轴	±3	±1	RS-232 接口或 NK-NET 接口	有
宾得(Pentax)	PTS-V2	2	5+3	3.6	双轴	±3	不详	RS-232 接口	有
	PCS-215	5	5+3	2.0	无	±3		RS-232 接口	有

全站型电子速测仪的优势在于它采集的全部数据能自动传输给记录卡、电子手簿、掌上电脑到室内成图;或传输给电子平板在现场自动成图,再经过少量的室内编辑,即可由电子平板(或台式计算机)控制绘图仪出图。

(三)全站型电子速测仪数据通信

全站型电子速测仪通信是指全站型电子速测仪和计算机之间的数据交换。目前全站型电子速测仪主要用两种方式与计算机通信:一种是利用全站型电子速测仪原配置的 PCMCIA 卡;另一种是利用全站型电子速测仪的输出接口,通过电缆传输数据。

1. PCMCIA 记录卡

PCMCIA(Personal Computer Memory Card International Association,个人计算机存储卡国际协会)记录卡,简称 PC 卡,是 PCMCIA 确定的标准计算机设备的一种配件,目的在于提高不同计算机以及其他电子产品之间的互换性,当前已成为便携式计算机的扩充标准。

在设有 PC 卡接口全站型电子速测仪上,只要插入 PC 卡,全站型电子速测仪测量的数据将按规定格式记录到 PC 卡上。取出该卡后,可直接插入带 PC 记录卡接口的计算机,与之直接通信。

2. 电缆传输

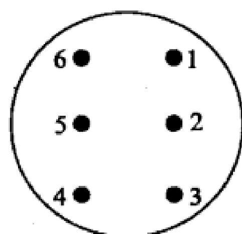
通信的另一种方式是全站型电子速测仪将测得或处理的数据,通过电缆直接传输到电

子手簿或电子平板系统。由于全站型电子速测仪每次传输的数据量不大，所以几乎所有的全站型电子速测仪都采用串行通信方式。串行通信方式是数据依次一位一位地传递，每一位数据占用一个固定的时间长度，只需一条线传输。

最常用的串行通信接口是由电子工业协会 EIA(Electronic Industries Association)规定的 RS-232C 标准接口。它是一个 25 针(或 9 针)的插头，每一针的传输功能都有标准的规定，传输测量数据最常用的只有 3 条传输线，即发送数据线、接收数据线和地线，其余的线供控制传输用。

3. 几种常用全站型电子速测仪数据通信

徕卡(Leica)全站型电子速测仪设有数据接口，配专用 5 针插头。宾得(Pentax)、索佳(Sokkia)、拓普康(Topcon)的全站型电子速测仪都配有 6 针接口，如图 11-3 所示。



1 信号地(GND) 2 空(N.U.) 3 发送(TXD)
4 接收(RXD) 5 请求发送(VDC) 6 电源(VDC)

图 11-3 6 针接口

（四）掌上电脑

PDA(个人数字助理)是在笔记本电脑和手机之外的移动数字设备。这类产品的共同特点是几乎全部使用笔式输入，通过触摸屏来操作。PDA 可以分为电子词典、电子记事本、掌上电脑、手持电脑和智能手机等多种。掌上电脑是 PDA 的主流，它具有完善的操作系统，但受空间的限制，一般没有硬盘，而是通过 Flash 来存储系统文件和数据。目前市场上的掌上电脑主流操作系统主要有 Palm OS 5、Pocket PC、EPOC 系统。

掌上电脑一般使用 3.8in 的 LCD 屏，其色彩有灰度屏、256 色、4096 色和 64K 色彩屏。屏幕分辨率从 160×160 ~ 320×320，或 240×320。LCD 屏的照明有两种方式：背光式和反射式。前者在正常光线及暗光线下，显示效果都很好，在日光下效果较差，且耗电量大；后者不需要外加照明电源，只需使用周围环境的光线，在户外或光线充足的室内，显示效果很好。

掌上电脑多采用红外通信端口、RS-232 串行通信端口或底座上的 USB 端口，可非常方便地与台式机和笔记本电脑交换数据，还可以通过这些端口连接一些标准的外设与存储设备。

在掌上电脑上安装测图软件，利用电缆与全站仪连接进行外业数据的采集，在采集的同时就可进行空间与属性数据的编辑操作，内业时再将数据传入台式机中。掌上电脑体积小、重量轻，便于携带；低能耗，工作时间长，保持了作业的连续性，可在最佳的测量条件下进行最多的测量作业，减少测量环境对测量数据精度的影响；掌上电脑使用图形用户操作界面的操作系统，具有良好的图形显示和交互操作的特性，可实现即测即显。

（五）扫描仪

目前应用的扫描仪多数为电荷耦合器件(CCD)阵列构成的光电扫描仪。基本工作原

理是用激光源经过光学系统照射原稿，使反射光反射到 CCD 感光阵列，CCD 阵列产生的电子信号经过处理得到原稿的数字化信息，传送给主机。对黑白图像，扫描仪可产生包含不同灰度等级信息的是数字信号。对于彩色图像，一般用红、绿、蓝三种颜色分别进行处理，得到三种颜色比例信息的结果。

扫描数字化仪，按结构分为滚动式和平台式两种类型，按扫描方式可分为以栅格形式扫描的栅格扫描仪和直接沿线扫描的矢量扫描仪。滚动式扫描数字化仪主要由滚筒、扫描头和 X 方向导轨组成。图纸固定在滚筒上，滚筒旋转一周，扫描头沿 X 导轨移动一个行宽，直至整幅图扫描结束，即得到原图的像元矩阵数据。平台式扫描数字化仪由平台、扫描头和 X、Y 导轨组成。图纸固定在平台上，扫描头在 X 导轨上移动，X 导轨可沿 Y 导轨方向移动，这样扫描头作逐行扫描，同样可获得原图的像元矩阵数据。

（六）绘图仪

绘图仪是计算机制图系统常用的图形输出设备，它可以将计算机中以数字形式表示的图形绘在图纸上。现在市场上的绘图仪主要分笔式和无笔式两类。笔式有滚筒式和平板式两种；无笔式绘图仪主要有喷墨式、热敏式、激光式、静电式等。喷墨绘图仪由于其价格较低、速度快、分辨率高，成为数字地籍测量系统中最理想的选择，并得到广泛的应用。图11-4所示为惠普 Designjet 5000 喷墨式绘图仪。

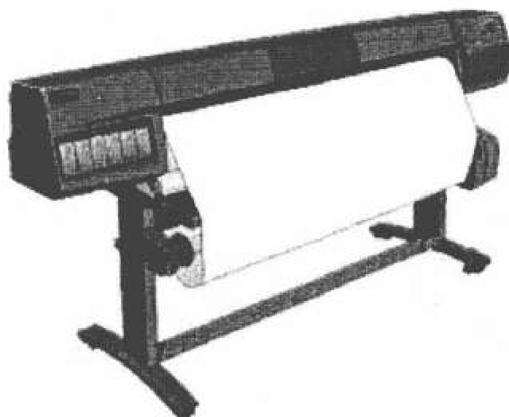


图 11-4　惠普 Designjet 5000 喷墨式绘图仪

目前，喷墨打印机按打印头工作方式可以分为压电喷墨和热喷墨两大类型。用压电喷墨技术制作的喷墨打印头成本比较高，为了降低用户的使用成本，一般都将打印喷头和墨盒做成分离的结构，更换墨水时不必更换打印头。压电喷墨打印对墨滴的控制力强，容易实现高精度打印；其缺点是喷头堵塞时更换成本非常昂贵。用热喷墨技术制作的喷头工艺比较成熟，成本也很低廉，但由于喷头中的电极始终受电解和腐蚀的影响，使用寿命会有不小影响，所以采用这种技术的打印喷头通常都与墨盒做在一起，更换墨盒时即要同时更新打印头。

三、数字地籍测量软件的功能

数字地籍测量软件是数字地籍测量系统的关键。一个完整的数字地籍测量软件应具有数据采集、数据输入、数据编辑处理、数据管理、整饰和数据输出功能，如图 11-5 所示。软件必须通用性强，稳定性好，数据的表示和编辑直观、简洁，使用时应该尽可能为用户提供方

便，采用菜单驱动方式和鼠标工作方式，并且对中文的支持也是必不可少的。处理后的结果可以列表方式、文件方式或以图件方式输出，绘制出的图应符合国家标准图式。

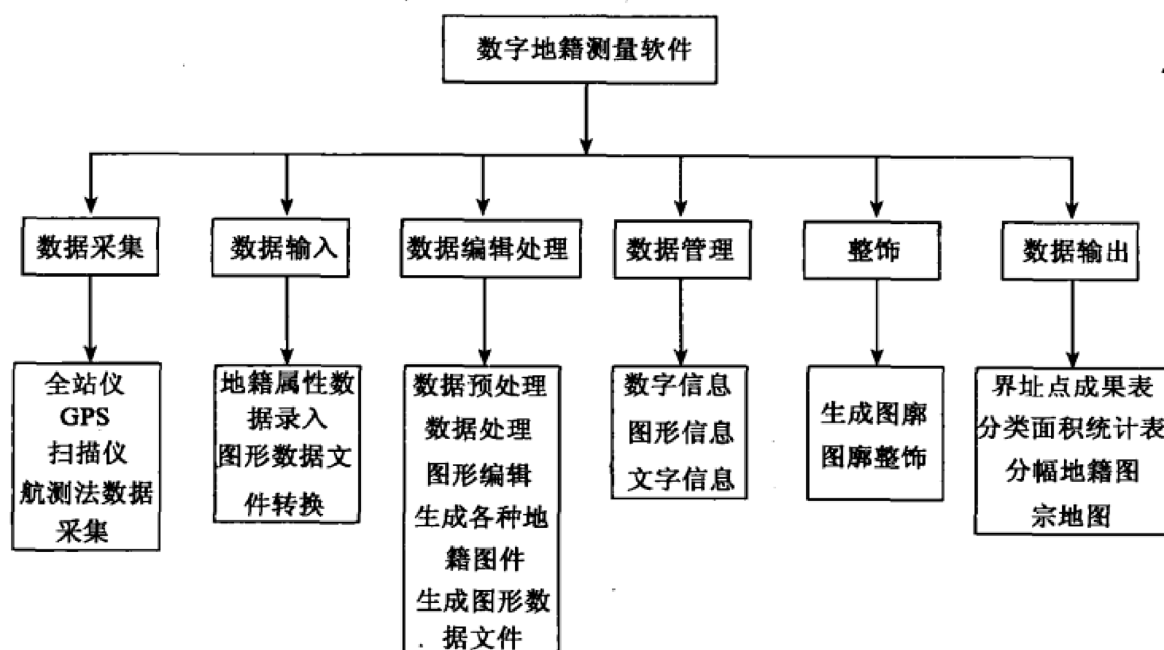


图 11-5 数字地籍测绘软件功能框图

（一）数据采集功能

它可以用全站型电子速测仪、红外测距仪或电子经纬仪与掌上电脑组合，按一定格式的特征编码采集数据；也可以利用已有的航摄像片对地物点进行量测计算，然后把坐标和特征编码一起存放；或者在原有地籍图上进行数字化采集。

（二）数据输入功能

数据输入即将采集到的数据转换成成图软件所能接受的图形数据文件，即按点、线、面的 X、Y 坐标分层次输入计算机，并自动生成各种特征文件。同时，还可以输入属性数据，即按用途要求输入所需的物体特征，如建筑物的类别、注记、说明等有关属性。

（三）编辑处理功能

程序能够对输入的由外业采集和数字化方法得到的数据进行存储、检索、提取、复制、合并、删除和生成符合规范要求的地图符号，从而保证了数据的正确性和完善性。具体包括对地物、地貌特征的再分类，各种特征的归一化、分解和合并，曲线光滑，畸变消除，投影改变，直角改正，以及根据同一级数据生成不同需要的专题图等。

（四）数据管理功能

数据的管理靠数据库技术来实现。数据库的内容包括：特征码，制图要素的坐标串，制图要素的属性，以及要素间的相互关系等。其功能主要有：数据的添加、修改与删除，汉字的输入与输出，进行分类统计等数据处理，显示和打印统计报表，绘制地籍图，分层检索。

（五）整饰功能

具有图幅间的拼接，绘制图廓、方格网、图名、图廓坐标、比例尺、测量单位和日期等功能，并可根据需要选取整饰项目。其特点是用户界面良好，操作简便，只要使用常规的几种

命令就能达到上述要求，方便灵活，易于掌握。

（六）数据的输出功能

数据输出包括数据打印、数据分析和图形输出等方面的功能。

图形输出是将存储于计算机系统中的用数字表示的图转换成可视图形。通过图形显示器和数控绘图机来实现，并具有图形按比例放大和缩小的功能。

四、国内几种测图软件简介

目前，在国内市场上有许多数字测图软件都具有数字地籍测量的功能，其中较为成熟且应用较广泛的主要有 SZCT 数字测图系统、CASS 地形地籍成图软件、RDMS 数字测图系统、MAPSUR 数字测图系统等。这几种软件均可用于地籍图的测绘，并能按要求生成相应的图件和报表等。下面简介其中两种软件。

（一）SZCT 数字测图系统

SZCT 数字测图系统是武汉大学测绘学院和广西第一测绘院联合研制开发的数字测图软件。该系统以 AutoCAD 为系统平台，具有强大的外业数据采集和内业数据处理、绘图功能，在全国许多城市和地区的测绘部门和土地管理部门都得到应用。系统充分利用了 AutoCAD 最新技术成果，吸收了数字化成图、GIS、GPS 的最新技术思想，其测绘成果可以作为用户深层次应用开发的前端数据。SZCT 数字测图系统分为野外采集模块、绘制编辑模块、高程模型模块、地籍处理模块、工程计算模块和图幅管理模块六大模块。

（二）CASS 数字地籍测量系统

南方公司的 CASS 数字地籍测量系统是我国开发较早的数字地籍测量软件之一，在全国许多城市和地区具有广泛的影响。该系统采用 AutoCAD 为系统平台，并不断升级。CASS 数字地籍测量系统集地形地籍测绘与管理于一体，它是依据国家最新颁布的有关地形及地籍调查测量的标准而开发的，提供的成果标准十分规范，真正做到了图形管理与地籍属性数据管理的有机统一，实现了图数交互查询（即由宗地的属性可查询宗地的图形，由宗地图形可查询该宗地的所有属性数据），为地籍管理提供了非常直观的图形化界面。

第三节　野外数字地籍测量

一、野外数据采集的原理

（一）点的描述

从普通测量学可知，测图的基本工作是测定点位。传统的测图方法是由绘图员根据观测数据（坐标、或角度和距离），手工将点展绘到图纸上，并把相关的测点连接在一起，按点（地物）的类别加绘图示符号。通过这样逐点的测绘，生产出一幅幅地图。数字地籍测量是由计算机自动地完成这些工作。因此对于点，必须同时给出点位信息及绘图信息。

（1）点位信息，即点的三维坐标（$X,Y,H(Z)$）；

（2）绘图信息，包括测点的属性和连接信息。测点的属性是指点的特征信息（是地貌点，还是地物点，等等），通常用编码表示，并与图式符号建立对应关系。测点的连接信息，即连接点和连接线型。

若在外业测量时，将上述信息都记录下来，经过计算机软件的处理（自动识别、自动检索、自动调用图式符号等）将自动绘出所测的地形图或地籍图。

（二）地籍信息编码

计算机是通过测点的属性信息来识别测点是哪一类特征点，用什么符号来表示的，为此，在数字地籍测量系统中必须设计一套完整的地籍信息编码来替代地籍要素和地物要素相应的图式符号，以表明测点的属性信息。

1. 地籍信息编码的原则

（1）科学性和系统性

地籍以适合现代计算机和数据库技术应用与管理为目标，地籍信息的编码首先要符合国家标准，按国家基础地理信息的属性或特征进行严密的科学分类，形成系统的分类体系。

（2）适用性和开放性

编码要充分考虑地籍图的需要，既要能制作标准的地籍图，也要能够满足 LIS 和 GIS 分析的需要。分类名称尽量沿用习惯名称，编码尽可能简短和便于记忆，易于观测员掌握。不同地区、不同的 LIS 和 GIS 系统对数据的要求有差别，这就要求系统具有较大的灵活性和开放性，用户可根据需要定制实体代码、实体属性、实体分层等。

（3）完整性和可扩展性

分类既反映要素的类型特征，又反映要素的属性、要素相互关系及要素的作用，具有完整性。代码结构留有适当的扩充余地。

2. 地籍信息编码的内容

地籍信息是一种多层次、多门类的信息，对地籍信息如何分类、编码，目前尚无充分的论证和统一的规定，根据有效组织数据和充分利用数据的原则，对地籍信息的编码至少考虑以下四个信息系列：

（1）行政系列。包括省（市）、市（地）、县（市）、区（乡）、村等有行政隶属关系的系列。这个系列的特点是呈树状结构的。

（2）图件系列。包括地籍图、土地利用现状图、行政区划图、宗地图（即权属界线图）等。这些图件均是地籍信息的重要内容。

（3）符号系列。包括各种独立符号、线状符号、面状符号以及各种注记。

（4）地类系列。包括土地利用现状分类和城镇土地利用现状分类。

3. 地籍信息编码的方法

目前，数字地籍测量成图软件编码时可以采用的国家标准主要有：《1：500，1：1 000，1：2 000地形图要素分类与代码》（GB 14804—93）、《1：500，1：1 000，1：2 000 地形图图式》（GB/T 7929—1995）、《国土基础信息数据分类与代码》（GB 13923—92）。《1：500，1：1 000，1：2 000 地形图要素分类与代码》（GB 14804—93）分类编码体系与《国土基础信息数据分类与代码》（GB 13923—92）是一致的，与《1：500，1：1 000，1：2 000 地形图图式》（GB/T 7929—1995）兼容。

如《国土基础信息数据分类与代码》（GB13923—92）中对国土信息数据分成九大类（见表 11-2），代码由六位数字码组成，其结构为：大类码+小类码+一级代码+二级代码+识别码。大类码、小类码、一级代码和二级代码分别用数字顺序排列。识别码由用户自行定义，以便于扩充，一般为“0”。如图 11-6 所示。

表 11-2　　　　地形信息大类码表

大类码	名称	大类码	名称	大类码	名称
1	测量控制点	4	交通	7	地形与地质
2	水系	5	管线与垣栅	8	植被
3	居民地	6	境界	9	其他

一、测量控制点

编码	名　称
11000	平面控制点
11010	大地原点
11020	三角点
11021	一等
11022	二等
……	……
11030	导线点
……	……

二、居民地

编码	名　称
32010	街区
32011	高层建筑物
32020	零散建筑物
……	……

图 11-6　编码举例

如今，商业化的数字地籍测量软件中都采用"无记忆编码"，即将每一个地物编码及其图式符号和汉字说明都编写在一个图块里，形成一个图式符号编码表，存储在计算机内。使用时，只要按一下键，编码表就可以显示出来；用光笔或鼠标点中所要的符号，其编码将自动送入测量记录中，用户无须记忆编码，随时可以查找，还可以对输入的实体的编码进行修改。随着 GIS 的广泛建立，数字地籍测量的编码如何适应 GIS 的要求，如何形成统一的标准，还有待进一步探讨。

（三）连接信息

连接信息可分解为连接点和连接线型（直线、曲线、圆弧线等）。当测点是独立地物时，只要用地形编码来表明它的属性，即知道这个地物是什么，应该用什么样的符号来表示。如果测的是一个线状或面状地物，这时需要明确本测点与哪个点相连，以什么线型相连，才能形成一个地物。

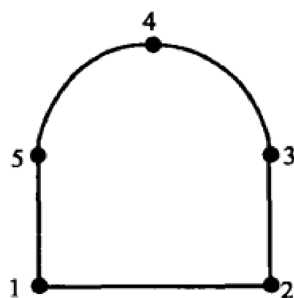


图 11-7　点的连接方式

如图 11-7 所示，测 2 点时，必须与 1 点以直线相连，3 点须与 2 点直线相连，5 点与 4 点，4 点与 3 点则以圆弧相连（圆弧至少需要测 3 个点才能绘出），5 点与 1 点以直线相连。有了点位、编码，再加上连接信息，就可以正确地绘出地物了。

为了便于计算机的自动识别，对线型可作数字代码的规定。如：1 为直线；2 为曲线；3 为圆弧；空为独立点。

二、野外数据采集的方法和步骤

(一)点信息的野外采集

传统的外业测量都按一定的格式提供了记录表格，测量人员使用起来很方便，很习惯。碎部点记录格式的基本项见表 11-3 和表 11-4。

表 11-3　　CASS 测图精灵测站点记录格式

测站点	测站点坐标	测站点坐标	测站点高程	定向点 X 坐标	定向点 Y 坐标	定向水平角	仪器高
(S)	$(X_{站})$	$(Y_{站})$	$(Z_{站})$	$(X_{定})$	$(Y_{定})$	(H)	(I)

表 11-4　　CASS 测图精灵碎部点原始记录格式

点号	编码	水平角	天顶距	斜距	觇标高
(P)	(C)	(H)	(V)	(D)	(h)

在上述记录格式中：

点号：即点的测量顺序号。第一个点号输入以后，每观测一个点，点号自动累加 1，也可以手工输入，一个测区内点号不能重复，点号是唯一的。

编码：顺序测量时，同类编码只需输入一次，其后编码由程序自动默认。只有在编码改变时，再键入新的编码。

H、V、D 各项：由全站仪观测后自动输入。

觇标高：由人工键入，输入一次以后，其余测点的觇标高则由程序自动默认，只有觇标高改变了，才需再键入新觇标值。

连接点：凡与上一测点相连时，程序自动默认上一点点号；当需与其他点相连时，则需输入该连接点的点号；在便携式计算机的显示屏上，用鼠标或光笔捕捉连接点，则其点号将自动填入记录框。记录连接点的点号有时是比较困难的。用测记法(野外测记，室内成图模式)时，必须查看现场绘制的草图上已标注的点号来帮助连接。线型由系统默认。

(二)野外数据采集的步骤

传统的测图作业步骤是先控制点测量后碎部点测量、先整体后局部。数字地籍测量可以采用同样的测量步骤，有的数字成图软件也可以图根控制点测量和碎部点测量同步进行，称为“一步测量法”或“一步法测量”。

1. 图根控制点测量

在图根导线选点埋桩后，先在一测站上，测记导线的数据(角度、边长等)，紧接着在该测站上进行碎部点测量。现以附合导线为例加以说明。如图 11-8 所示，A、B、C、D 为已知点；$a,b,\cdots,n$ 为图根导线点；1，2…为碎部点。

全站仪安置于 B 测站(坐标已知)，后视 A 点，前视 a 点，测得水平角及前视的天顶距和

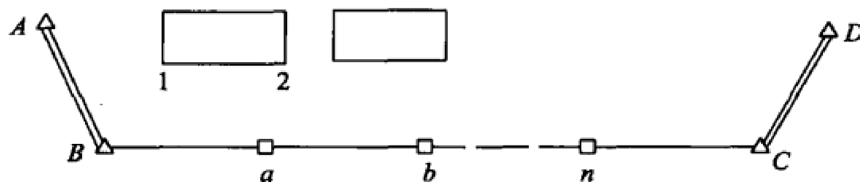


图 11-8　一步测量法

斜距。由 B 点坐标，即可算得 a 点的坐标（x_a, y_a, H_a）。施测 B 测站周围的碎部点 1，2，…，并依据 B 点的坐标，算得各碎部点的坐标。同理，依次测得各导线点坐标和碎部点坐标，即在一测站上，先测出下一导线点坐标，然后再测本站的碎部点坐标。现场还可进行修改。

待导线测到 C 点，则根据 B 点至 C 点的导线测量数据，计算附合导线闭合差。若在限差范围内，则平差计算出各导线点的坐标值。如有必要（即平差前后的导线点坐标值相差较大时），可根据平差后的坐标值重新计算各站碎部点坐标，然后再作绘图处理。若闭合差超限，则找出错误，重测导线，再对碎部点进行坐标重算。之后绘制地形图，打印成果表。

2. 碎部点测绘步骤

测碎部点时，图根控制点及其坐标都是已知的，且存入坐标数据库中，这是实时成图的必要条件。

(1)测站设置与检核

碎部点测量时，首先要进行测站的设置，即首先要输入测站点号、后视点号、仪器高。接着选择定向点，照准好后，输入定向点点号和水平度盘读数。然后选择一已知点进行检核，输入检核点点号，照准后进行测量。测完之后将显示 x、y、H 的差值，如果不能通过检核，则不能继续测量。检核定向是一项十分重要的工作，不可忽视。

(2)碎部点测量

野外数字地籍测量的碎部点测量的方法主要有极坐标法和丈量法。通常采用极坐标法进行碎部测量，并记录全部测点信息。如果对碎部点点号没有特定要求，可以选择点号自动累计方式，这样可以避免同一数据中出现重复点号；当不能采用自动累计方式时，可以采用点号手工输入方式。

(3)丈量法

丈量法是碎部点测量的另一种作业方法，是由测图软件所提供的。它能够根据外业所测的基本点及丈量的边长或观测方向，用解析法求出其他碎部点的坐标，并记入碎部点数据区。碎部点测量时许多隐蔽的点是无法利用极坐标法测量出来的，特别是在居民区，实际作业中很多点往往需要用尺丈量计算出来，因此丈量法在实际作业中非常重要。丈量法的方法主要有：边长交会、直角折线、线上一点、矩形两点、矩形第四点、两点距离、直角偏距、折线平行线、垂线足点、两直线交点等。

3. 野外数字地籍测量数据采集的特点

综上所述，采用全野外数字地籍测量时，碎部点测量有以下特点：

(1)数字地籍测量是记录碎部点的坐标、编码、点号和连接信息。

(2)除采用极坐标法外，还可以采用测图软件提供的丈量法进行碎部点测量。

(3)碎部点测量可以在图根控制点测量后进行，也可以与图根控制点测量同时进行。

(4)碎部点测量不受图幅的限制，分幅由软件自动完成。

当采用测记模式进行外业测量时，必须绘制标注测点点号的人工草图，到室内将测量数据直接由记录器传输到计算机，再由人工按草图编辑图形文件。当采用电子平板测绘模式时，可以进行现场实时成图和图形编辑、修正，保证数字地籍测量外业测绘的正确性，到内业仅作一些整饰和修改后，即可绘图输出。

三、数据处理

数据处理是数字地籍测量系统中的一个非常重要的环节。由于数字地籍测量中数据类型涉及面广，信息编码复杂，其数据采集方式和通信方式形式多样，坐标系统往往不一致，这对数据的应用和管理是不利的，因而对数据进行加工处理，统一格式，统一坐标，形成结构合理、调用方便的分类数据文件，是数字地籍测量软件中不可缺少的功能组成部分。数据处理软件通常由数据预处理模块和数据处理模块组成。

(一)数据预处理

数据预处理的目的主要是对所采集的数据进行各种限差检验，消除矛盾并统一坐标系统。其具体内容大体上包括：

(1)对野外采集并传输到计算机内的原始数据进行合理的筛选和科学的分类处理，并对外业观测值的完整性以及各项限差进行检验。

(2)对于未经平差计算的外业成果实施平差计算，从而求出点位坐标。

(二)数据处理

经预处理之后的数据，已进行了分类并形成了各自的文件。但这些数据文件还不能直接用来绘图，有待于进一步处理。数据处理模块的主要功能有：

(1)对碎部地物点数据文件作进一步处理，包括检验其地物信息编码的合法性和完整性，组成以地物号为序的新的数据文件，并对某些规则地物进行直角化处理，以方便图形数据文件的形成。

(2)对界址点数据文件作进一步处理。界址点测量的数据结构一般采用拓扑结构，界址点信息编码也应按此结构的要求设计和输入。在数据处理时，软件首先对信息编码的正确性进行检验，然后连接成界址链。这种数据结构，不仅体现了多边形的形状，而且便于根据观测数据计算出各宗地的面积，通过输入界址链的左、左宗地号，可清楚地反映各宗地的毗邻关系。

(3)根据新组成的数据文件，由文件中的信息编码和定位坐标，再按照绘制各个矢量符号的程序，计算出自动绘制这些图形符号所需要的全部绘图坐标，形成图形数据文件。

四、图形输出

图形输出是测图软件中不可缺少的重要组成部分。各种测量数据和属性数据，经过数据处理之后形成图形数据文件，供图形输出模块使用。图形输出模块具有图形截幅、绘图比例尺确定、图式符号注记及图廓整饰等功能。

(一)图形截幅

因为在数字化地籍测量野外数据采集时，常采用全站仪等设备自动记录或手工键人实测数据，并未在现场成图，因此对所采集的数据范围需要按照标准图幅的大小或用户确定的

图幅尺寸进行截取。对自动成图来说，这项工作就称为图形截幅。也就是将图幅以外的数据内容截除，把图幅以内的数据保留，并考虑成图比例尺和图名图号等成图要素，按图幅分别形成新的图形数据文件。

图形截幅的基本思路是首先根据四个图廓点的高斯直角坐标，确定图幅范围，然后对数据的坐标项进行判断，利用在图幅矩形框内的数据及由其组成的线段或图形，组成与该图幅相应的图形数据文件，而在图幅以外的数据及由其组成的线段或图形，则仍保留在原数据文件中，以供相邻图幅提取。图形截幅的原理和软件设计的方法很多，常用的有四位码判断截幅、二位码判断截幅和一位码判断截幅等方式。

（二）图形显示与编辑

要实现图形屏幕显示，首先要将用高斯直角坐标形式存放的图形定位，并将这些数据转换成计算机屏幕坐标。高斯直角坐标系 X 轴向北为正，Y 轴向东为正；对于一幅图来说，向上为 X 轴正方向，向右为 Y 轴正方向。而计算机显示器则以屏幕左上角为坐标系原点（0,0），X 轴向右为正，Y 轴向下为正，X、Y 坐标值的范围则以屏幕的显示方式决定。因此，只需将高斯坐标系的原点平移至图幅左上角，再按顺时针方向旋转 90°，并考虑两种坐标系的变换比例，即可实现由高斯直角坐标向屏幕坐标的转换。

在屏幕上显示的图形可根据野外草图或原有地图进行检查。若发现问题，可用程序对其进行屏幕编辑和修改。经检查和编辑修改而准确无误的图形，软件能自动将其图形定位点的屏幕坐标再转换成高斯坐标，连同相应的信息编码保存在图形数据文件中（原有误的图形数据自动被新的数据所取代）或组成新的图形数据文件，供自动绘图时调用。

（三）绘图仪自动绘图

采用喷墨绘图仪进行图形输出，适合于对栅格数据或经过格式转换后形成的栅格数据进行处理。输出时，每个栅格像元对应一个“墨点”，最后输出一幅比例准确、表现精美的彩色地图。图形输出时，也应考虑其图形整饰、图形符号管理和绘图输出三个部分的内容。

第四节　地籍图原图数字化

随着信息技术在土地管理中的应用，各地相继建立了城镇地籍数据库、土地利用数据库及地籍信息系统。建库时，往往要对大量的现有白纸地籍图进行数字化。目前，对模拟地籍数字化的方法有扫描数字化、手扶数字化两种。其中，扫描数字化效率高，应用最为普及。

一、地籍图原图扫描数字化

扫描仪获取的数据是大量记录为“黑”和“白”以及一些中间色的像元，必须经过大量的处理工作才能变成有用的地籍图数据，如房屋、道路和权属界线等。像元的大小取决于扫描仪的步进距离等因素，有的扫描仪的步进距离可以按需要调整。地籍图扫描数据采集流程见图 11-9。

（一）图面预处理

在进行扫描数字化前首先进行图面预处理。图面预处理主要是检查相邻图幅的接边情况，线状要素的连续性，图斑界线是否闭合以及等高线是否连续、相接以及水系的关系是否正确等；标出同一条线上具有不同属性内容线段的分界点等；添补不完整的线画，如被注记

符号等压盖而间断的线画，境界线以双线河、湖泊为界的部分均以线画连接；对图面上的各种注记标示清楚，包括图廓内外各种注记。

(二)分层矢量化

扫描仪获取的是栅格数据。对数字地籍图的应用时，如点、线、面的计算，各种统计、分析等，要求数字地籍图必须用矢量数据表示，这样就要将扫描的栅格图像数据转换成矢量图形数据，即以坐标方式记录图形要素的几何形状。这个转换过程称为矢量化。矢量化的工作一般还需要人机交互来完成，最优途径就是采用扫描屏幕数字化的方法。

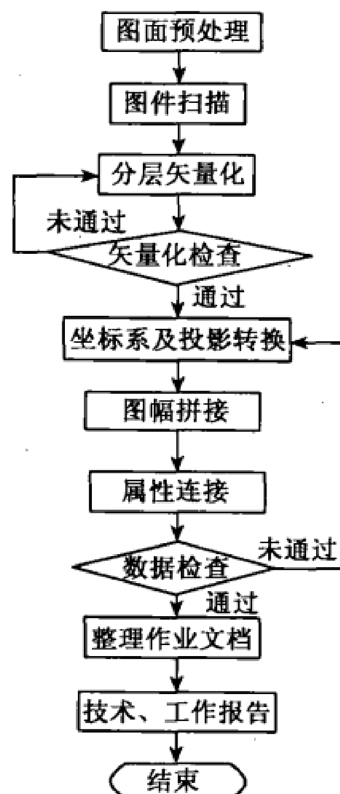


图 11-9　地籍图扫描数据采集流程图

一般的线段可做到自动跟踪矢量化，但由于地图上线画分布比较复杂，地物要素的多样、重叠、交叉以及一些文字符号、注记等，使得全自动跟踪矢量化变得困难，故一般采用人机交互与自动跟踪相结合的方法完成地图的矢量化。由于这一过程是在屏幕上进行的，所以也称屏幕数字化。线段跟踪算法的操作步骤如下：

(1)给定线段的起点，记录其坐标。

(2)以此点为中心，按 8 个方向的邻近像素，搜索下一个未跟踪的点。如果没有点，则退出；如果有点，则记下它的坐标(搜索方向)。

(3)将找到的点作为新的判别中心，转向操作(2)，依次循环，直到追踪到另一端点(结束点)，线段上所有点被自动跟踪出来。

(4)追踪结束。

地籍图矢量化是分层进行的，作业人员可以参照《城镇地籍数据库标准》、《县(市)级土地利用数据库标准》进行分层。分层矢量化完成后必须对成果进行检查，检查合格后方能进行下一步工作。目前，矢量化的软件主要有 CorelDRAW、MapInfo、CASSCAN 等。

(三)坐标系及投影转换

由原图扫描生成的光栅图存在旋转、位移和畸变等误差，没有纠正过的光栅图不能真实地反映出原图上图形的位置和形状，因此要对扫描图进行一系列纠正。

平面坐标系的转换是根据四个内图廓点及格网点的坐标采集和键盘输入的相应点高斯平面坐标的对应关系，求出坐标系的平移和旋转参数，最后使两坐标系统一。通过平面坐标的转换可以基本上消除图纸旋转、位移和畸变等误差。

当行政区域跨过 2 个以上 3°带时则选择一个主带，将副带的数据转换到主带上来。如果数据源的投影方式与要求不吻合，则需要进行投影转换。

(四)属性数据的输入

属性数据又称为非几何数据，包括定性数据和定量数据。定性数据用于描述地籍要素的分类或对要素进行标识，一般用拟定的属性码表示。定量数据则用于说明地籍图要素的性质、特征等。属性数据主要通过地籍调查或相关资料处理来获取，用键盘进行输入。

可以将属性数据与空间数据组织在数据文件的同一记录中。采用这种记录方式可以在

一个记录中同时反映出空间位置及其特征信息，但是当数据量很大时，在数据管理过程中便显得很不灵活，同时又会造成很大的数据冗余，从而使数据处理时间增加，降低系统的效率。还可以将属性数据以单独的数据文件方式与空间数据文件并存于文件系统中。采用这种方式，对于某些具体应用可能是简单实用的，但局限很大，结构不灵活，难以实现数据共享。

（五）数据接边

数据接边是指把被相邻图幅分割开的同一图形对象不同部分拼接成一个逻辑上完整的对象。在图形接边的同时要注意保持与属性数据的一致性，数据接边要满足限差要求。

（六）属性数据连接

在输入空间数据时可以直接在图形实体上附加特征编码，但是当数据量较大时，这种交互输入的效率太低，因此可以用特定的程序把属性与已数字化的点、线、面空间实体连接起来。这样，只要求空间实体带有唯一的识别符即可，识别符可以用程序自动生成，也可以用手工输入。

数字地籍图中属于一个空间实体的属性项目可能有很多，可以将其放入同一个记录中，而该记录的顺序号或者是某一特征数据项可作为该记录的识别符。该识别符与所对应的空间数据的识别符一起构成了它们之间相互检索的纽带。

二、数据编辑处理

由于在数据采集和录入过程中不可避免地会产生错误，因此数据采集、录入完成后，要对其进行必要的编辑处理，以保证数据符合要求。

数据编辑处理指在数字获取和图形输出这两个阶段之间所进行的各种数据处理，数据检索、编辑与更新，以及执行建立图形的各种处理功能（如数据的选取，图形变换，各种专门符号的绘制、注记等）和为图形输出（如宗地图、地籍图）而进行的计算机处理，这些工作都是通过调用系统和应用程序来完成的。编辑处理的途径是采用图形显示编辑方法，即将每次处理结果及时地在屏幕上显示，供编辑人员检查，以便对重复、遗漏或错误的数据进行编辑。编辑功能应包括：数据的添加、删除、修改，图形的分割、连接、显示、放大、选取、变换，以及线画、符号、注记和图廓整饰处理等。

（一）编辑处理步骤

数据编辑处理工作是按照检查错误、编辑修改、再检查、再编辑修改、再检查……循环进行的，直到满足质量控制要求为止。

（二）编辑方法

(1)图形数据的编辑工作，一般利用土地信息系统软件提供的功能，或数据采集软件提供的编辑工具进行。图形数据的编辑工作包括点、线、面数据的增加、删除、移动、连接、相交等。对于带属性的图形数据，在编辑阶段，还要对其属性数据进行增加、删除或修改等。

(2)利用具有拓扑关系的地理信息系统软件建库时，还应建好拓扑关系，并对其进行检查。

(3)由于不同的软件功能不同，对数据的编辑处理方式有一定的差异。因此可根据软件的功能，以数据结构设计为标准进行不断的编辑处理。

(4)属性数据的编辑处理主要是检查表中记录数据的正确性，以便进行增加、删除、修改等。

（三）编辑处理内容

(1)扫描影像图数据的编辑处理包括几何纠正。(2)空间数据的编辑处理包括精度检查、与影像图数据的匹配、节点平差、图幅拼接、拐点匹配、行政界编辑、权属编辑、地类界编辑、数据的几何校正、投影变换、接边处理、要素分层等,每个过程都需不断检查修正。(3)属性数据的编辑处理主要包括各数据记录完整性和正确性检查与修改等。(4)在数据编辑处理阶段,应该建立和完善图形数据与属性数据之间的对应连接关系。

思 考 题

1. 什么是数字地籍测量？目前数字地籍测量的测量模式有哪些？
2. 简述数字地籍测量的特点与作业流程。
3. 简述数字地籍测量软件的基本功能。
4. 数字地籍测量对测点的要求与传统的测量模式相比有什么不同？
5. 数字地籍测量中碎部测量与模拟测图相比有什么特点？并简要说明。
6. 简述地籍原图数字化的流程及需要注意的问题。

第十二章　全球定位系统与地籍测量

第一节　概　　述

一、GPS 定位技术的兴起及其特点

美国国防部于 1973 年批准陆海空三军共同研制新一代卫星导航系统，全称为“授时与测距导航系统/全球定位系统”(Navigation Timing and Ranging/Global Positioning System)，简称为“全球定位系统(GPS)”。GPS 整个发展计划分三个阶段实施：第一阶段(1973—1978 年)进行方案论证、理论研究和总体设计；第二阶段(1978—1988 年)进行工程研制，主要是发射 GPS 试验性卫星，检验 GPS 系统的基本性能；第三阶段(1989—1993 年)进行实用组网。整个计划耗时 20 年，投资 300 亿美元，是继阿波罗登月、航天飞机之后的第三大空间工程。

GPS 定位技术的发展，对于传统的测量技术是一次巨大的冲击。它一方面使经典的测量理论和方法产生了深刻的变革，另一方面也进一步加强了测绘科学与其他学科之间的相互渗透，从而促进测绘科学技术的现代化发展。与传统的测量技术相比，GPS 定位技术有以下特点：

(1)观测站之间无需通视。传统测量要求测站点之间既要保持良好的通视条件，又要保障三角网的良好结构。GPS 测量不要求观测站之间相互之间通视，这一优点既可大大减少测量工作的经费和时间，同时也使点位的选择变得甚为灵活。

GPS 测量虽不要求观测站之间相互通视，但必须保持观测站的上空开阔，以使接收 GPS 卫星的信号不受干扰。

(2)定位精度高。现已完成的大量实验表明，在小于 50km 的基线上，其相对定位精度可达 $1\times10^{-6}\sim2\times10^{-6}$，而在 100～500km 的基线上可达 $10^{-6}\sim10^{-7}$。随着观测技术与数据处理方法的改善，可望在大于 1 000km 的距离上，相对定位精度达到或优于 10^{-8}。

(3)观测时间短。目前，利用经典静态定位方法，完成一条基线的相对定位所需要的观测时间，根据要求的精度不同，一般约为 1～3h。快速相对定位法，其观测时间仅需数分钟至十几分钟。

(4)操作简便。GPS 测量的自动化程度很高，在观测中测量员的主要任务只是安装并开关仪器、量取仪器高、监视仪器的工作状态和采集环境的气象数据，而其他观测工作，如卫星的捕获、跟踪观测等均由仪器自动完成。另外，GPS 用户接收机一般重量较轻、体积较小，因此携带和搬运都很方便。

(5)全天候作业。GPS 观测工作可以在任何地点、任何时间连续地进行，一般也不受天气状况的影响。

GPS 已经广泛渗透到了经济建设和科学技术的许多领域，极大地促进了地籍测绘工作的进步。它不仅使地籍测绘的工作方式发生了根本性的变革，也大大提高了地籍测绘的工

作效率，拓宽了地籍测绘的服务范围。

另外，前苏联自1978年开始发射自己的全球导航卫星系统（GLONASS）试验卫星，在20世纪90年代中期建成GLONASS工作卫星，星座由21颗工作卫星和3颗备用卫星组成，均分布在三个轨道平面上。欧洲空间局（ESA）正在筹建民用导航卫星系统，包括在赤道平面的6颗同步卫星和12颗高椭圆轨道卫星的混合卫星星座。我国也建立了双星定位系统，由2颗同步卫星确定平面位置的导航系统。

二、GPS全球定位系统的组成

（一）空间星座部分

1. GPS卫星星座的构成与现状

全球定位系统的空间卫星星座部分，由24颗卫星组成，其中包括3颗备用卫星。工作卫星分布在6个轨道面内，每个轨道面上有4颗卫星。卫星轨道面相对地球赤道面的倾角为55°，各轨道平面升交点的赤经相差60°，在相邻轨道上，卫星的升交距角相差30°。轨道平均高度约为20 200km，卫星运行周期为11h58min。因此，同一观测站上每天出现的卫星分布图形相同，只是每天提前约4min。每颗卫星每天约有5h在地平线以上，同时位于地平线以上的卫星数目随时间和地点而异，最少为4颗，最多可达11颗。GPS工作卫星空间分布情况如图12-1所示。

不过，GPS卫星的上述分布，使得在个别地区仍可能在某一短时间内（例如数分钟）只能观测到4颗图形结构较差的卫星，因而无法达到必要的定位精度。

2. GPS卫星及其功能

GPS卫星的主体呈圆柱形，直径约为1.5m，重约774kg（包括310kg燃料），两侧设有两块双叶太阳能板，能自动对日定向，以保证卫星正常工作的用电（见图12-2）。每颗卫星装有4台高精度原子钟（2台铷钟和2台铯钟），这是卫星的核心设备，它发射标准频率，为GPS测量提供高精度的时间标准。GPS卫星的基本功能是：接收和储存由地面监控站发来的导航信息，接收并执行监控站的控制指令；进行部分必要的数据处理工作；通过星载的高精度铷钟和铯钟提供精密的时间标准；向用户发送导航与定位信息；在地面监控站的指令下，通过推进器调整卫星的姿态和启用备用卫星。

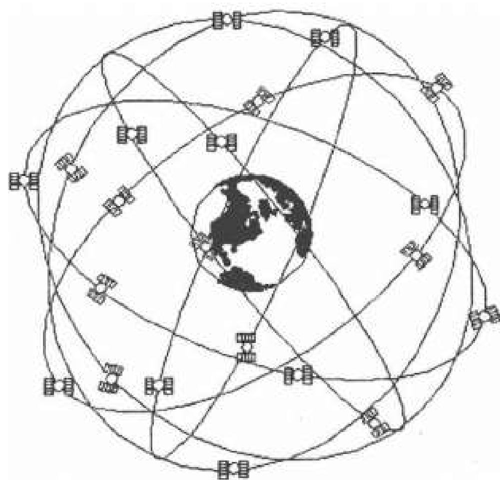


图12-1 GPS卫星空间分布

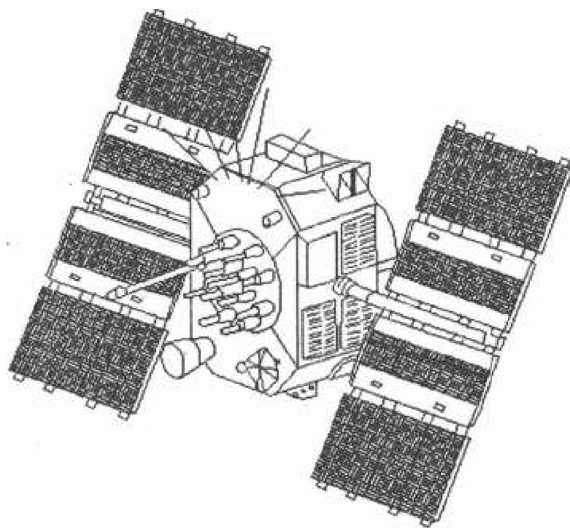


图12-2 GPS 工作卫星

（二）地面监控部分

目前，GPS的地面监控部分主要由分布在全球的5个地面站所组成，其中包括卫星监测站、主控站和注入站。

1. 监测站

现有的5个地面站均具有监测站的功能。监测站是在主控站直接控制下的数据自动采集中心。站内设有双频GPS接收机、高精度原子钟、计算机各一台和若干台环境数据传感器。接收机对GPS卫星进行连续观测，以采集数据和监测卫星的工作状况。原子钟提供时间标准，而环境传感器收集有关当地的气象数据。所有观测资料由计算机进行初步处理并存储和传送到主控站，用以确定卫星的精密轨道。

2. 主控站

主控站1个。主控站除协调和管理所有地面监控系统的工作外，其主要任务是：根据本站和其他监测站所有观测资料推算编制各卫星的星历、卫星钟差和大气层的修正参数等，并把这些数据传送到注入站；提供全球定位系统的时间基准。各监测站和GPS原子钟均应与主控站的原子钟同步或测出其间的钟差，并把这些钟差信息编入导航电文送到注入站；调整偏离轨道的卫星，使之沿预定的轨道运行；启用备用卫星以代替失效的工作卫星。

3. 注入站

注入站现有3个，分别设在印度洋的迭哥加西亚、南大西洋的阿松森岛和南太平洋的卡瓦加兰。注入站的主要设备包括一台直径为3.6m的天线、一台C波段发射机和一台计算机。其主要任务是在主控站的控制下，将主控站推算和编制的卫星星历、卫星钟差、导航电文和其他控制指令等注入到相应卫星的存储系统，并监测注入信息的正确性。

（三）用户设备部分

全球定位系统的空间部分和地面监控部分，是用户广泛应用该系统进行导航和定位的基础，而用户只有通过用户设备，才能实现应用GPS导航和定位的目的。

用户设备的主要任务是接收GPS卫星发射的信号，以获得必要的导航和定位信息及观测量，并经数据处理而完成导航和定位工作。GPS卫星发射两种频率的载波信号，即频率为1 575.42MHz的L_1载波和频率为1 227.60MHz的L_2载波。在L_1和L_2载波上分别调制着多种信号，如调制在L_1载波上的C/A码（又称粗码），被调制在L_1和L_2载波上P码（又称精码）。C/A码是普通用户用以测定测站到卫星的距离的一种主要信号。在实施AS时，P码与W码进行模二相加生成保密的Y码，因此，一般用户无法利用P码来进行精密定位。

第二节　GPS全球定位系统定位技术*

一、GPS定位的基本原理

（一）基本原理

地面接收机可以在任何地点、任何位置、任何气象条件下进行连续观测，并且在时钟的控制下，测出卫星信号到达接收机的时间Δt，进而确定卫星与接收机之间的距离ρ：

$$\rho = c\Delta t + \sum \delta_i$$

式中：c 为信号传播速度，$\sum \delta_i$ 为有关的改正数之和。

GPS 定位就是把卫星看成是移动的控制点，根据测量的星站距离进行空间距离后方交会，确定地面接收机的位置。

如图 12-3 所示，A、B、C 为已知瞬时位置的卫星点，接收机的位置坐标可由下式计算：

$$\rho_A^2 = (x - x_A)^2 + (y - y_A)^2 + (z - z_A)^2$$
$$\rho_B^2 = (x - x_B)^2 + (y - y_B)^2 + (z - z_B)^2$$
$$\rho_C^2 = (x - x_C)^2 + (y - y_C)^2 + (z - z_C)^2$$

式中：x_A, y_A, z_A 为 A 点的空间直角坐标；x_B, y_B, z_B 为 B 点的空间直角坐标；x_C, y_C, z_C 为 C 点的空间直角坐标。

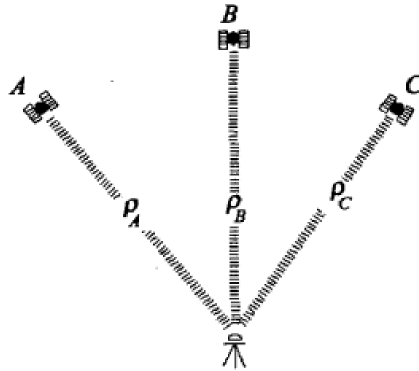


图 12-3　GPS 定位的基本原理

（二）伪距法定位原理

卫星根据自己的星载时钟发出含有测距码的调制信号，经过 Δt 时间的传播后到达接收机，此时接收机的伪随机噪声码发生器在本机时钟的控制下，又产生一个与卫星发射的测距码结构完全相同的"复制码"。通过机内的可调延时器将复制码延迟时间 τ，使得复制码与接收到的测距码"对齐"。在理想情况下，时延 τ 就等于卫星信号的传播时间 Δt，将传播速度 c 乘以时延 τ，就可以求得卫星至接收机的距离 $\bar{\rho}$：

$$\bar{\rho} = c \times \tau \tag{12-1}$$

考虑到卫星时钟和接收机时钟不同步的影响，电离层（高度在 50 ~ 1 000km 的大气层）和对流层（高度在 50km 以下的大气层）对传播速度的影响，故将 $\bar{\rho}$ 称做伪距。真正距离 ρ 和伪距 $\bar{\rho}$ 之间的关系式为：

$$\rho = \bar{\rho} + \delta\rho_{ion} + \delta\rho_{trop} - cv_{ta} + cv_{tb} \tag{12-2}$$

式中：$\delta\rho_{ion}$，$\delta\rho_{trop}$ 分别表示电离层和对流层的折射改正；v_{ta}，v_{tb} 分别表示卫星时钟的钟差改正和接收机的钟差改正。

（三）载波相位测量法定位原理（差分法）

载波相位测量的观测量是 GPS 接收机所接收的卫星载波信号与接收机本振参考信号的相位差。以 $\varphi_k^j(t_k)$ 表示 k 接收机在接收机钟面时刻 t_k 时所接收到的 j 卫星载波信号的相位值，$\varphi_k(t_k)$ 表示接收机在钟面时刻所产生的本地参考信号的相位值，则 k 接收机在接收机

钟面时刻 t_k 时观测 j 卫星所取得的相位观测量 $\phi_k^j(t_k)$ 为：

$$\phi_k^j(t_k) = \varphi_k^j(t_k) - \varphi_k(t_k) \tag{12-3}$$

接收机与观测卫星的距离为：

$$\rho = \phi_k^j(t_k) \times \lambda \tag{12-4}$$

通常的相位或相位差测量只是测出一周以内的相位值，实际测量中，如果对整周进行计数，则自某一初始取样时刻(t_0)以后就可以取得连续的相位测量值。

如图 12-4，在初始 t_0 时刻，测得小于一周的相位差为 $\Delta\varphi_0$，其整周数为 N_0^j，此时包含整周数的相位观测值 $\phi_k^j(t_0)$ 应为：

$$\phi_k^j(t_0) = \Delta\varphi_0 + N_0^j = \varphi_k^j(t_0) - \varphi_k(t_0) + N_0^j$$

接收机继续跟踪卫星信号，不断测得小于一周的相位差 $\Delta\varphi(t)$，并利用整波计数器记录从 t_0 到 t_i 时间内的整周数变化量 $\mathrm{Int}(\varphi)$，只要卫星从 t_0 到 t_i 之间信号没有中断，则初始时刻整周模糊度 N_0^j 就为一常数，这样，任一时刻 t_i 卫星到 k 接收机的相位差 ϕ_k^j 为：

$$\phi_k^j = \varphi_k^j(t_i) - \varphi_k(t_i) + N_0^j + \mathrm{Int}(\varphi)。$$

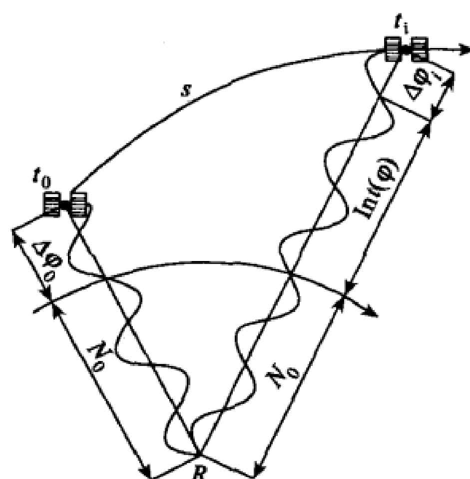


图 12-4　载波相位测量原理

（四）相对定位原理

相对定位（原理图见图 12-5）是用两台接收机分别安置在基线两端，同步观测相通的 GPS 卫星，确定基线端点的相对位置或坐标差。若已知其中一点坐标后，可求得另一点坐标。同样，多台接收机安置在多条基线上同步观测相通卫星，可以确定多条基线向量。

在两个观测站或多个观测站同步观测相同卫星的情况下，卫星的轨道误差、卫星钟差、接收机钟差以及电离层和对流层的折射误差等观测量的影响具有一定的相关性。利用这些观测量的不同组合（求差）进行相对定位，可有效地消除或减弱相关误差的影响，提高相对定位的精度。

假设安置在基线端点的接收机 $T(i=1,2)$，对 GPS 卫星 s^j 和 s^k，于历元 t_1 和 t_2 进行了同步观测，则可得以下独立的载波相位观测量：$\varphi_1^j(t_1)$，$\varphi_1^j(t_2)$，$\varphi_1^k(t_1)$，$\varphi_1^k(t_2)$，$\varphi_2^j(t_1)$，$\varphi_2^j(t_2)$，$\varphi_2^k(t_1)$，$\varphi_2^k(t_2)$。在静态相对定位中，目前普遍应用的重要组合形式有单差、双差和三差。

单差，即不同观测站同步观测相同卫星所得观测量之差。其表达形式为：

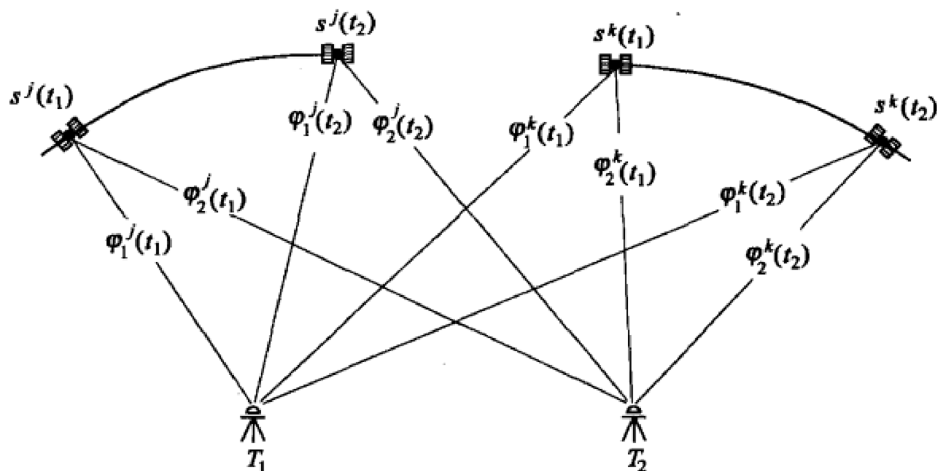


图 12-5　GPS 相对定位原理

$$\Delta\varphi^j(t) = \varphi_2^j(t) - \varphi_1^j(t) \tag{12-5}$$

双差，即不同观测站同步观测同一组卫星所得单差之差，其表达形式为：

$$\nabla\Delta\varphi^k(t) = \Delta\varphi^k(t) - \Delta\varphi^j(t) = [\varphi_2^k(t) - \varphi_1^k(t) - \varphi_2^j(t) - \varphi_1^j(t)] \tag{12-6}$$

三差，即于不同历元同步观测同一组卫星所得观测量的双差之差，其表达形式为：

$$\begin{aligned}\delta\nabla\Delta\varphi^k(t) = \nabla\Delta\varphi^k(t_2) - \nabla\Delta\varphi^k(t_1) &= [\varphi_2^k(t_2) - \varphi_1^k(t_2) - \varphi_2^j(t_2) - \varphi_1^j(t_2)] \\ &- [\varphi_2^k(t_1) - \varphi_1^k(t_1) - \varphi_2^j(t_1) - \varphi_1^j(t_1)]\end{aligned} \tag{12-7}$$

二、静态相对 GPS 定位技术

近年来，由于 GPS 测量数据处理软件系统的发展，使得确定两点之间的相对位置有多种作业方式可供选择。在地籍测量中，主要根据 GPS 硬件和软件条件、测量目的、精度要求以及观测条件等确定不同的作业方式。目前，地籍测量中应用的静态 GPS 测量作业方式主要有经典静态相对定位测量（见图 12-6）和快速静态定位测量（见图 12-7）两种。

（一）经典静态相对定位

该作业方式是采用两套（或两套以上）接收设备，分别安置在一条（或数条）基线的端点，同步观测 4 颗以上卫星，每时段长 45min 至 2h 或更长。这种作业模式所观测过的基线边，应构成某种闭合图形，以便于观测成果的检核，提高成果的可靠性和 GPS 网平差后的精度。基线长度可由 20km 至几百公里。基线的相对定位精度可达 $5\text{mm}+10^{-6}\times D$，$D$ 为基线长度（km）。

经典静态相对定位作业方式适用于建立全球性或国家级大地控制网，建立地壳运动或工程变形监测网，建立长距离检校基线，进行岛屿与大陆联测以及精密定位。

（二）快速静态定位

该作业方式是在测区的中部选择一个基准站，并安置一台接收设备连续跟踪所有可见卫星，另一台接收机依次到各点流动设站，每个点上观测数分钟至十几分钟。该作业模式要求在观测时段中，必须有 5 颗卫星可供观测，同时流动站与基准站相距不超过 15km。接收

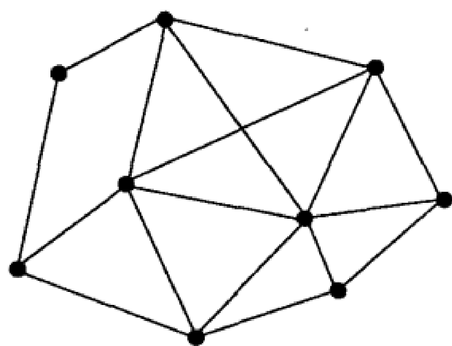


图 12-6　经典静态相对定位

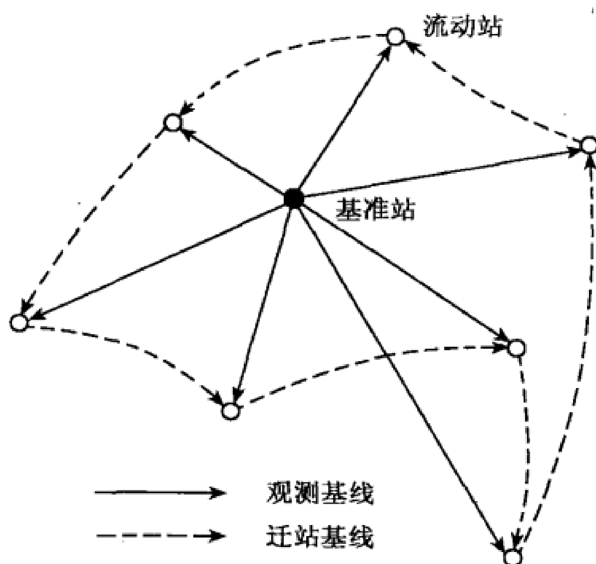


图 12-7　快速静态定位

机在流动站之间移动时，不必保持对所测卫星的连续跟踪，因而可关闭电源以降低能耗。该模式作业速度快、精度高。流动站相对于基准站的基线中误差为 $5\text{mm}+10^{-6}\times D$。缺点是两台接收机工作时，构不成闭合图形，可靠性较差。

快速静态定位作业方式适用于控制测量及其加密，工程测量、地籍测量及大批百米左右的点位定位。

三、动态相对 GPS 定位技术

目前，地籍测量中应用的相对动态 GPS 测量技术主要有实时动态（RTK）、常规差分 GPS 和 PPK、广域差分 GPS。

（一）实时动态（RTK）测量技术

实时动态（Real Time Kinematic，RTK）测量技术是以载波相位测量为根据的实时差分 GPS 测量技术，是 GPS 测量技术发展中的一个突破。其他的 GPS 作业模式观测数据需在测后处理，不仅无法实时地给出观测站的定位结果，而且也无法对基准站和用户观测数据的质量进行实时的检核；而实时动态 GPS 测量是在基准站上安置一台 GPS 接收机，对所有可见的 GPS 卫星进行连续观测，并将其观测数据通过无线电传输设备，实时地发送给用户观测站。在用户观测站上，GPS 接收机在接收 GPS 卫星信号的同时，通过无线电接收设备接收基准站传输的观测数据，然后根据相对定位的原理，实时地计算并显示用户站的三维坐标及其精度。

RTK 测量技术为 GPS 测量工作的可靠性和高效率提供了保障，对 GPS 测量技术的发展和普及具有重要的现实意义。根据用户的要求，目前实时动态测量采用的作业模式主要有快速静态测量、准动态测量、动态测量。

（二）常规差分 GPS 测量技术和 PPK 测量技术

常规差分 GPS 和 PPK 同属于伪距差分技术。常规差分 GPS 是在某一已知位置建立一

个参考站，在参考站上计算所有可见卫星的伪距改正数和改正数变化率，并将这些改正信息发布给附近用户，用户利用这些信息修正自己接收的观测伪距，从而提高定位精度。常规差分 GPS 的定位精度与用户至参考站的距离有关，精度的衰减率为 1cm/km，在 50km 之内，定位精度优于 1m。

PPK(Post-Processing Kinematic)模式是最早的 GPS 动态差分技术方式，其定位原理类似于常规差分 GPS，只是采用数据后处理，在参考站和流动站之间不需要建立无线电通信数据链。它的缺点和常规差分 GPS 一样，定位的精度受参考站和流动站之间的距离限制。

(三)广域差分 GPS 测量技术

常规差分 GPS 技术只能用于局部区域。当用户与参考站之间的距离增加时，空间相关开始减弱，定位精度明显下降。

在广域差分 GPS 中，伪距的定位误差分为三大类，即轨道误差、卫星钟差和电离层误差；根据大区域内若干个 GPS 参考站的观测资料和位置信息，联合解算出每个卫星的卫星钟差、轨道改正数、电离层改正数，然后将这些改正数发送给覆盖范围内的用户，用户利用这些改正信息修正观测伪距，可以提高定位精度。这种定位方式打破了常规差分 GPS 中精度与距离的依赖关系，在参考站数千公里之外，仍然能够达到 2～4m 的定位精度，所以，在全国或省级土地动态监测中，这项定位技术大有作为。

广域差分 GPS 系统主要由控制站、监测站、通信链和用户组成。各监测站装备高质量的 GPS 接收机和时钟，将可见卫星的观测数据发送到控制站，控制站根据已知的监测站位置和观测数据，分别计算出卫星的轨道改正、卫星钟差改正和电离层延时改正模型，然后，将这些信息发布给用户。用户使用这些信息修正观测到的 GPS 数据，计算出最后的定位结果。具体的工作流程如下：

(1)测站接收可见卫星的伪距和相位观测值。

(2)伪距和相位观测值发送到控制站(或中心)。

(3)控制中心计算改正数向量。

(4)改正数向量发送给用户。

(5)用户使用改正信息和观测到的伪距，计算位置。

广域差分 GPS 改正信息的发布可以采用通信卫星、FM 载波或其他合适的广播系统，广播格式可以采用国际通行的 RTCM 格式。

广域差分 GPS 系统可以为覆盖区域内的用户提供 2～3m 的定位精度，也就是说，系统仍然受到残余误差的影响。具体而言，这些误差包括轨道误差、卫星钟差、电离层延时、对流层延时、接收机噪声、多路径效应。为了减小接收机噪声的影响，可以平均多个观测值；采用相位平滑伪距的方式可以降低多路径的影响。

四、新的 GPS 定位技术

“实时高精度”一直是 GPS 定位技术的发展方向。2000 年在加拿大的多伦多，国际 GPS 服务组织(International GPS Service，IGS)的年度研讨会正式提出了“IGS 实时化”的方向，为此 IGS 加快了产品服务的更新时间。如今，IGS 提供的卫星星历已经达到每 12h 更新一次，部分 IGS 分析预报中心已经有能力每 3h 更新一次，到 2004 年年底，IGS 正式提供 3h 预报星历。另外，美国喷气推进实验室(JPL)已经建立实时的全球 IGS 永久跟踪站，其他 IGS 数据

中心也开始建立这样的跟踪站。随着这些实时IGS站的建立,未来IGS提供产品的速度必将加快,这将极大地刺激实时高精度GPS技术的研究和应用推广。

近几年,在高精度GPS定位技术方面出现了两种新的定位方法,它们是网络RTK技术和精密单点定位技术。随着这两项新技术的不断完善和人们对它们的逐步了解,其应用范围将逐渐扩大,其大规模的应用将改变原有的许多GPS作业模式,大大提高GPS测量的工作效率和定位精度。

(一)网络RTK

在RTK定位系统中,受数据通信链的限制,作用距离一般为10km左右。但是,如果数据发射设备的功率足够大,作用的距离大于30km,RTK定位系统仍然不能正常工作,其原因主要是整周模糊度参数不能快速确定。因为随着参考站和流动站之间的距离增加,轨道误差和电离层延时误差等空间相关性降低,模糊度参数的整周特性也降低,从而增加了固定整周模糊度的难度,有时甚至不能固定。

网络RTK技术也称“虚拟参考站技术”(Virtual Reference Station,VRS)。20世纪90年代后期,GPS长距离快速精密定位方法出现突破,根据大区域多个GPS观测站的数据,卫星轨道误差和大气折射误差可以得到消除或削弱,模糊度的整周特性得到加强,导致了网络RTK系统的产生和发展。

网络RTK系统最为重要的功能是长距离高精度快速动态定位。其核心思想是:根据用户的位置,系统生成一个观测值,如同在用户附近有一个虚拟的观测站;用户根据该观测值,采用常规的RTK方法,就能实现精密定位。

1. 网络RTK定位系统的组成

网络RTK定位系统由以下几个部分组成:

(1)基准站单元:GPS卫星定位数据和气象数据跟踪、采集、传输和设备完好性监测。

(2)数据通信系统:采用无线或有线方式,把基准站GPS观测数据和气象数据传输至监控分析中心。

(3)监控分析中心:数据处理、系统管理、服务提供。

(4)数据发播系统:采用互联网、GSM或FM等方式,把原始GPS数据或差分改正信息发送给用户。

(5)用户应用系统:根据用户需求进行不同精度的定位。

网络RTK系统是一个综合的多功能定位服务系统,根据基准站的分布,其作用区域可以覆盖一个城市或一个行政区划,甚至一个国家和地区。

2. 网络RTK定位系统提供的定位服务

(1)实时应用。以FMHDS技术或UHF/VHF作为主要的通信手段,其应用如下:

实时厘米级精度定位测量,技术上依靠高精度的载波相位差分实现(简称RTK),主要用于城市实时控制测量,实时小区域大中比例尺测图与修测、工程放样和工程监测。

亚米级(分米量级的)精度定位测量,主要适合于GIS更新或相应工程应用。

1~5m级差分精度定位测量,技术上主要依靠伪距差分实现(伪距差分),主要服务对象是船舶、车辆导航和车辆监控用户。

(2)事后应用。以Internet作为主要的数据传输手段,其应用如下:

毫米或亚厘米量级定位测量,由监控分析中心提供高精度的载波相位差分数据,用户依

靠自身软件进行事后或准实时处理得到毫米量级的精密定位。主要用于精密控制、变形监测和精密工程建设。

米级和亚米级事后差分，主要用于事后 GIS 数据更新，如道路更新、城市管线测量等。

厘米级快速事后静态定位，主要应用于某些工程。

所以，在一个城市建立网络 RTK 系统，基本上能够满足各种精度要求的定位服务。系统本身提供的定位服务种类，也涵盖了目前所有的 GPS 测量手段，如差分 GPS 定位、静态定位、RTK 定位等。

(二)精密单点定位

精密单点定位技术是 1997 年之后出现的新的定位技术，定位原理如同单点定位，采用双频载波相位观测值，需要外部提供精密的轨道和卫星钟差。精密单点定位技术(Precise Point-Positioning, PPP)，也称 PPP 技术。该技术由美国喷气推进实验室(JPL)的 Zumberge 于 1997 年提出。20 世纪 90 年代末，由于全球 GPS 跟踪站的数量急剧上升，全球 GPS 数据处理工作量不断增加，计算时间呈指数上升。为了解决这个问题，作为国际 GPS 服务组织(IGS)的一个数据分析中心 JPL 提出了这一方法，用于非核心 GPS 站的数据处理。该技术的思路非常简单，在 GPS 定位中，主要的误差来源于三类，即轨道误差、卫星钟差和电离层延时。如果采用双频接收机，可以利用 LC 相位组合，消除电离层延时的影响。这样，定位误差只有轨道误差和卫星钟差两类。如果能够提供精确的卫星轨道和卫星钟差，利用观测得到的相位值，就能精确地计算出接收机位置、对流层延时等信息。

假设 LC 的观测方程如下：

$$\phi_{LC} = \rho + c(\mathrm{d}T - \mathrm{d}t) + D_{\mathrm{trop}} + \lambda_{\mathrm{LC}} \cdot N_{\mathrm{LC}} \tag{12-8}$$

式中：

$$\phi_{LC} = \frac{f_1^2}{f_1^2 - f_2^2}\phi_{\mathrm{L1}} - \frac{f_2^2}{f_1^2 - f_2^2}\phi_{\mathrm{L2}}$$

$$\lambda_{LC} = \frac{c}{f_1^2 - f_2^2}$$

$$N_{LC} = f_1 N_1 + f_2 N_2$$

式中：ϕ_{L1} 和 ϕ_{L2} 为相位观测值，单位为 m；f_1 和 f_2 为频率；N_1 和 N_2 为模糊度参数；c 为光速；$\mathrm{d}T$ 和 $\mathrm{d}t$ 为接收机和卫星钟差参数；D_{trop} 为对流层延时；ρ 为星站间的几何距离，包含卫星和接收机的位置、地球自转参数等。

如果选择地心地固系表示卫星轨道，计算时采用的参考框架同为地心地固系，可以消去观测方程中的地球自转参数。于是，几何距离 ρ 可以表示为：

$$\rho = \sqrt{(X_S - X_U)^2 + (Y_S - Y_U)^2 + (Z_S - Z_U)^2} \tag{12-9}$$

式中：X_S, Y_S, Z_S 是卫星在地心地固坐标系中的位置，X_U, Y_U, Z_U 是接收机在地心地固坐标系中的位置数据。如果给出 X_U、Y_U、Z_U 的近似值 X_0、Y_0、Z_0，则线性化后得到：

$$\rho = \rho_0 + [l \quad m \quad n] \cdot [\mathrm{d}x \quad \mathrm{d}y \quad \mathrm{d}z] \tag{12-10}$$

式中：$[\mathrm{d}x \quad \mathrm{d}y \quad \mathrm{d}z]$ 为接收机坐标的改正数，ρ_0 为近似几何距离，$[l \quad m \quad n]$ 为系数，它们的定义分别如下：

$$\rho_0 = \sqrt{(X_S - X_0)^2 + (Y_S - Y_0)^2 + (Z_S - Z_0)^2}$$
$$l = (X_0 - X_S)/\rho_0$$
$$m = (Y_0 - Y_S)/\rho_0$$
$$n = (Z_0 - Z_S)/\rho_0$$

如果卫星的轨道和精密钟差已知，将式(12-10)代入式(12-8)并写成矩阵形式后，得

$$V = \boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{x} + L \tag{12-11}$$

式中：V 为残差；$\boldsymbol{A}$ 为系数矩阵，L 为常数项，$\boldsymbol{x}$ 为位置数向量，其定义分别为：

$$\boldsymbol{A}_i = [l \quad m \quad n \quad c \quad m_{\text{trop}} \quad \lambda_{\text{LC}}]$$
$$\boldsymbol{x} = [\text{d}x \quad \text{d}y \quad \text{d}z \quad \text{d}T \quad x_{\text{trop}} \quad N_{\text{LC}}]^{\text{T}}$$
$$L_i = \rho_0 - c \cdot \text{d}t - \phi_{\text{LC}}$$

如果有多个观测历元，每个历元有多个卫星，根据最小二乘法则，容易计算出接收机的位置、钟差、模糊度以及对流层延时参数。

第三节 GPS 定位技术的实施*

一、GPS 测量的误差来源

在 GPS 测量中，影响观测量精度的主要误差来源可分为与 GPS 卫星有关的误差、与信号传播有关的误差和与接收设备有关的误差三种。如果根据误差的性质，上述误差又可分为系统误差与偶然误差两类。

(一)与 GPS 卫星有关的误差

与 GPS 卫星有关的误差，主要包括卫星轨道误差和卫星钟差。

1. 卫星钟差

在 GPS 测量中，要求卫星钟与接收机钟保持严格同步。实际上，尽管 GPS 卫星均设有高精度的原子钟(铷钟和铯钟)，但它们与理想的 GPS 时之间仍存在着难以避免的偏差或漂移。

对于卫星钟的这种偏差，一般可以通过对卫星钟运行状态的连续监测而精确地确定，并用钟差模型改正。卫星钟差或经改正后的残差，在相对定位中可以通过观测量求差的方法消除。

2. 卫星轨道误差

卫星在运行中要受到多种摄动力的影响，估计与处理卫星的轨道误差一般比较困难，而通过地面监测站又难以充分可靠地测定这些作用力并掌握它们的作用规律。卫星的轨道误差是当前利用 GPS 定位的重要误差来源之一。在相对定位中，随着基线长度的增加，卫星轨道误差将成为影响定位精度的主要因素。处理卫星轨道误差的方法原则上有三种，即忽略轨道误差、采用轨道改进法处理现测数据和同步观测值求差。

(二)与卫星信号传播有关的误差

与卫星信号传播有关的误差主要包括大气折射误差和多路径效应。

1. 电离层折射的影响

GPS 卫星信号和其他电磁波信号一样，当其通过电离层时，将受到这一介质弥散特性的影响，使信号的传播路径发生变化。为了减弱电离层的影响，在 GPS 定位中通常采用的措施有：利用双频观测；利用电离层模型加以修正；利用同步观测值求差。

2. 对流层折射的影响

由于对流层的介质对 GPS 信号没有弥散效应，所以可认为其群折射率与相折射率相等。对流层折射对观测值的影响可分为干分量与湿分量两部分。干分量主要与大气的温度和压力有关，而湿分量主要与信号传播路径上的大气湿度和高度有关。关于对流层折射的影响，一般有四种处理方法：定位精度要求不高时，可以简单地忽略；采用对流层模型加以改正；引入描述对流层影响的附加待估参数，在数据处理中一并求解；观测量求差。

3. 多路径效应影响

所谓多路径效应，即接收机天线除直接收到卫星的信号外，尚可能收到天线周围地物反射的卫星信号。两种信号叠加将会引起测量参考点（相位中心）位置的变化，而且这种变化随天线周围反射面的性质而异，难以控制。多路径效应具有周期性的特征，在同一地点，当所测卫星的分布相似时，多路径效应将会重复出现。减弱多路径效应影响的主要办法有：选择造型适宜且屏蔽良好的天线；安置接收机天线的环境应避开较强的反射面、建筑物表面等；用较长观测时间的数据取平均值。

（三）与接收设备有关的误差

与用户接收设备有关的误差主要包括观测误差、接收机钟差、相位中心误差和载波相位观测的整周不定性误差。

1. 观测误差

这类误差包括观测的分辨误差和接收机天线相对测站点的安置误差。观测时适当增加观测量将能明显地减弱观测的分辨误差的影响。在精密定位工作中要仔细操作，尽量减小安置误差的影响。

2. 接收机的钟差

接收机的钟差是接收机钟与卫星钟之间存在同步差。处理接收机钟差比较有效的方法是在每个观测站上引入一个钟差参数作为未知数，在数据处理中与观测站的位置参数一并求解。在精密相对定位中，还可以利用观测值求差的方法有效地消除接收机钟差的影响。

3. 天线的相位中心位置偏差

在 GPS 测量中，观测值都是以接收机天线的相位中心位置为准的，而天线的相位中心与其几何中心在理论上应保持一致。但实际上，天线的相位中心随着信号输入的强度和方向不同而有所变化，即观测时相位中心的瞬时位置（一般称相位中心）与理论上的相位中心将有所不同。

在实际工作中，如果使用同一类型的天线，在相距不远的两个或多个观测站上同步观测了同一组卫星，便可以通过观测值的求差来削弱相位中心偏移的影响。

（四）其他误差来源

除上述三类误差的影响外，还有其他一些可能的误差来源，如地球自转以及相对论效应对 GPS 测量的影响。

二、GPS卫星定位技术的实施

GPS控制网按服务对象可以分成两大类:一类是国家或区域性的GPS控制网。这类GPS控制网是为地学和空间科学等方面的科研工作服务的。另一类是局部的GPS控制网,包括城市或矿区的GPS控制网。这类网中相邻点间的距离为几千米至几十千米,其主要任务是直接为城市建设、土地管理和工程建设服务。

(一)GPS控制网布设原则

(1)GPS网一般应通过独立观测边构成闭合图形,以增加检核条件,提高网的可靠性。

(2)GPS网点应尽量与原有地面控制点相重合。重合点一般不应少于3个,且在网中分布均匀,以便可靠地确定GPS网与地面网之间的转换参数。

(3)GPS网点应考虑与部分水准点相重合,以便为大地水准面的研究提供资料。

(4)为了便于观测和水准联测,GPS网点一般应设在视野开阔和容易到达的地方。

(5)为了便于用经典方法联测或扩展,可在网点附近布设一通视良好的方位点,以建立联测方向。方位点与观测站的距离一般要大于300m。

(二)GPS测量精度分级

国家测绘局1992年制定的我国第一部《全球定位系统(GPS)测量规范》将GPS的测量精度分为A、B、C、D、E五级。其中A、B两级一般是国家GPS控制网。我国的国家GPS网就是按照这一精度标准设计的。C、D、E三级是针对局部性GPS网规定的。

为了适应生产建设的需要,有关部门制定了《全球定位系统城市测量技术规程》,按城市或工程GPS网中相邻点的平均距离和精度划分为二、三、四等和一、二级,在布网时可以逐级布网、越级布网或布设同级全面网。主要技术要求见表12-1。

表12-1　　各等级GPS网技术要求

项目＼级别	二等	三等	四等	一级	二级
固定误差 a/mm	≤10	≤10	≤10	≤10	≤15
比例误差系数 $b/\times10^{-6}$	≤2	≤5	≤10	≤10	≤20
相邻点平均距离/km	9	5	2	1	1
闭合环或附合路线的边数/条	≤6	≤8	≤10	≤10	≤10

(三)GPS控制网施测步骤

1. 准备工作

(1)已有资料的收集与整理。主要收集测区基本概况资料、测区已有的地形图、控制点成果、地质和气象等方面的资料。

(2)GPS网形设计。GPS网图形的基本形式有点连式、边连式、边点混合连接式、星形网、导线网、环形网,如图12-8所示。其中:点连式、星形网、导线网附合条件少,精度低;边连式附合条件多,精度高,但工作量大;边点混合连接式和环形网形式灵活,附合条件多,精度较高,是常用的布设方案。

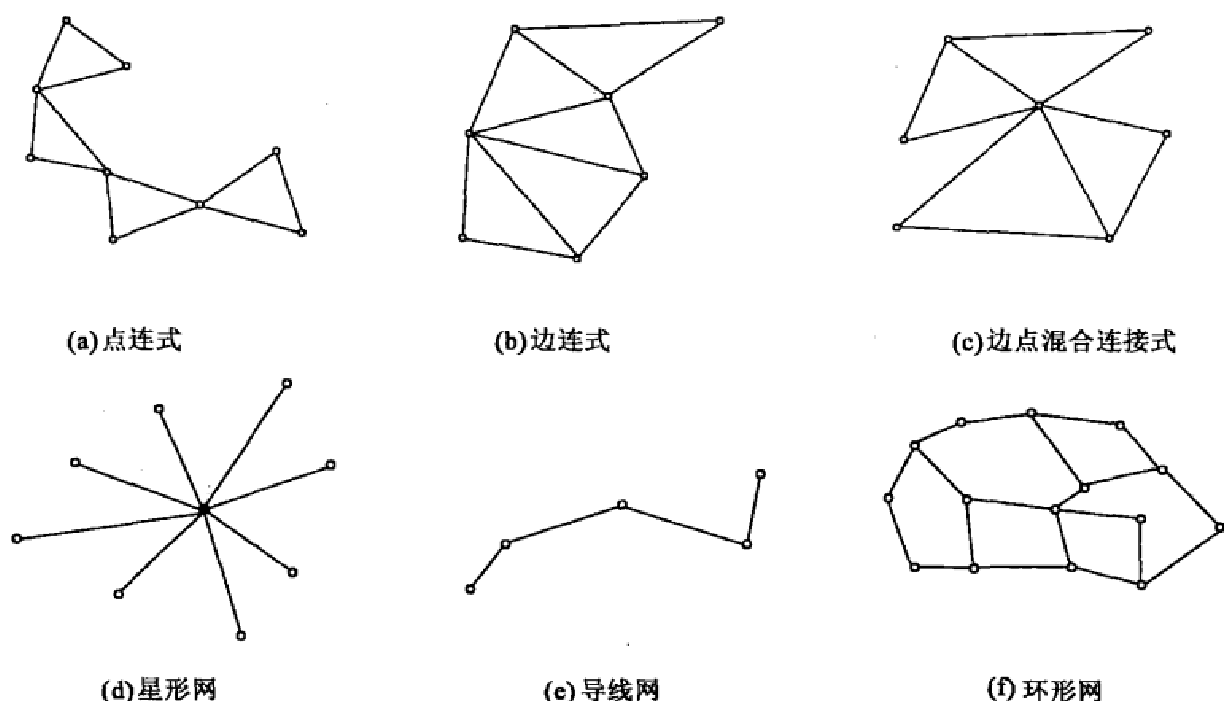


图 12-8　GPS 网图形的基本形式

(3)观测精度标准。各等级 GPS 相邻点间弦长精度：

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (bd)^2}$$

式中：σ 为 GPS 基线向量的弦长中误差(mm)；a 为接收机标称精度中的固定误差(mm)；b 为接收机标称精度中的比例误差系数($10^{-6} \times D$)；d 为 GPS 网中相邻点间的距离(km)。

2. 选点和埋石

由于 GPS 观测站之间不需要相互通视，所以选点工作较常规测量要简便得多。但是，考虑到 GPS 点位的选择对 GPS 观测工作的顺利进行并得到可靠的效果有重要的影响，所以应根据测量任务、目的、测区范围对点位精度和密度的要求，充分收集和了解测区的地理情况及原有的控制点的分布和保存情况，以便恰当地选定 GPS 点的点位。

3. GPS 外业观测

(1)选择作业模式。为了保证 GPS 测量的精度，在测量上通常采用载波相位相对定位的方法。GPS 测量作业模式与 GPS 接收设备的硬件和软件有关，主要有静态相对定位模式、快速静态相对定位模式、伪动态相对定位模式、动态相对定位模式四种。

(2)天线安置。测站应选择在反射能力较差的粗糙地面，以减少多路径误差，并尽量减少周围建筑物和地形对卫星信号的遮挡。天线安置后，在各观测时段的前后各量取一次仪器高。

(3)观测作业。观测作业的主要任务是捕获 GPS 卫星信号并对其进行跟踪、接收和处理，以获取所需的定位和观测数据。

(4)观测记录与测量手簿。观测记录由 GPS 接收机自动形成，测量手簿是在观测过程中由观测人员填写。

4. 内业计算

(1)GPS 基线向量的计算及检核。GPS 测量外业观测过程中,必须每天将观测数据输入计算机,并计算基线向量。计算工作是应用随机软件或其他研制的软件完成的。计算过程中要对同步环闭合差、异步环闭合差以及重复边闭合差进行检查计算,闭合差应符合规范要求。

(2)GPS 网平差。GPS 控制网是由 GPS 基线向量构成的测量控制网。GPS 网平差可以以构成 GPS 向量的 WGS-84 系的三维坐标差作为观测值进行平差,也可以在国家坐标系中或地方坐标系中进行平差。

5. 提交成果

提交成果包括技术设计说明书、卫星可见性预报表和观测计划、GPS 网示意图、GPS 观测数据、GPS 基线解算结果、GPS 基点的 WGS-84 坐标、GPS 基点的国家坐标中的坐标或地方坐标系中的坐标。

第四节　GPS 全球定位系统在地籍测量中的应用

GPS 卫星定位新技术的迅速发展,给测绘工作带来了革命性的变化,也对地籍测量工作产生了巨大的影响。GPS 由于具有布点灵活、全天候、速度快、精度高等优点,因而在国内各省市的地籍测绘中得到广泛应用。

表 12-2 是几种常用 GPS 定位方式的精度比较。从表中可以看出,应用 GPS 快速静态定位能够满足地籍控制测量的精度要求,RTK、网络 RTK 能满足地籍图测绘、界址点测量的精度要求,常规差分 GPS 和事后差分 GPS、广域差分 GPS 能满足土地动态监测的要求。下面将具体介绍几种 GPS 测量模式在地籍控制测量、地籍碎部测量和地籍调查中的应用。

表 12-2　　**几种常用 GPS 定位方式精度比较**

定位技术名称	精度/m	作用距离/km	观测时间/min
经典静态	±0.001 ~ ±0.005	1 ~ 3 000	>60
快速静态	±0.01 ~ ±0.05	<20	5 ~ 20
常规差分 GPS	±0.50 ~ ±10.00	<200	实时
事后差分 GPS	±0.50 ~ ±10.00	<200	单历元
广域差分 GPS	±0.50 ~ ±3.00	<1 500	实时
实时动态(RTK)	±0.01 ~ ±0.05	<15	实时
网络 RTK	±0.01 ~ ±0.10	<100	实时
精密单点	±0.01 ~ ±0.50	全球	实时

一、GPS 定位技术在地籍控制测量中的应用

利用 GPS 技术进行地籍控制测量有以下优点:第一,它不要求通视,这样避免了常规地

籍控制测量点位选取的局限条件；第二，没有常规三角网（锁）布设时要求近似等边及精度估算偏低时应加测对角线或增设起始边等繁琐要求，只要使用的 GPS 仪器精度与地籍控制测量精度相匹配，控制点位的选取符合 GPS 点位选取要求，那么所布设的 GPS 网精度就完全能够满足地籍规程要求。

由于 GPS 定位技术的不断改进和完善，其测绘精度、测绘速度和经济效益都大大地优于常规控制测量技术。目前，常规静态测量、快速静态测量、RTK 技术已经逐步取代常规的测量方式，成为地籍控制测量的主要手段。边长大于 15km 的长距离 GPS 基线向量，只能采取常规静态测量方式。边长在 10 ~ 15km 的 GPS 基线向量，如果观测时刻的卫星很多，外部观测条件好，可以采用快速静态 GPS 测量模式；如果是在平原开阔地区，可以尝试 RTK 模式。边长小于 5km 的一、二级地籍控制网的基线，优先采用 RTK 方法，如果设备条件不能满足要求，可以采用快速静态定位方法。边长为 5 ~ 10km 的二、三、四等基本控制网的 GPS 基线向量，优先采用 GPS 快速静态定位的方法；设备条件许可和外部观测环境合适，可以使用 RTK 测量模式。

近几年，地籍控制测量基本采用了以上三种 GPS 测量模式。例如：在大庆 5.5 万公顷油田用地的地籍调查中，采用常规静态的作业方式建立了首级地籍控制网，然后采用 RTK 测量方式，加密了低一级地籍控制点。

二、GPS 定位技术在地籍图测绘中的应用

地籍碎部测量和土地勘测定界（含界址点放样）工作中，主要是测定地块（宗地）的位置、形状、数量等重要数据。

由地籍调查规程所知，在地籍平面控制测量基础上的地籍碎部测量，对于城镇街坊外围界址点及街坊内明显的界址点间距允许误差为±10cm，城镇街坊内部隐蔽界址点及村庄内部界址点间距允许误差为±15cm。在进行土地征用、土地整理、土地复垦等土地勘测定界工作中，相关规程规定测定或放样界址点坐标的精度为：相对邻近图根点点位中误差及界址线与邻近地物或邻近界线的距离中误差不超过±10cm。因此，利用 RTK 测量模式能满足上述精度要求。

RTK 技术使精度、作业效率、实时性达到了最佳的融合，为地籍碎部测量提供了一种崭新的测量方式。现在，许多的土地勘测部门都购置了具有 RTK 功能的 GPS 接收系统和相应的数据处理软件，并且取得十分显著的经济效益和社会效益。例如，自 2001 年以来，湖北省土地勘测规划院利用 RTK 技术进行了京珠高速公路、宜都和武汉市经济技术开发区等大型征地测量的工作；武汉大学 2004 年在广西兴安、湖北宜城等地利用 RTK 技术完成了土地专项规划的测图工作。

与全站仪相比，采用 RTK 方式进行碎部测量速度快，作业效率高。同全站仪一样，RTK 测量单点的时间也只需要几秒到几十秒，但它不要求通视，不需要频繁换站，减少了全站仪频繁换站所花的时间，而且可以多个流动站同时工作。据初步的应用分析，测量时间节省一半以上，测量精度和可靠性都能满足要求。

三、GPS 定位技术在土地利用变更调查和动态监测中的应用

近 20 年和今后数十年内，是我国经济快速发展时期，土地利用的形式将发生一系列的

变化。因此，随时摸清土地利用形式的变化，进行土地利用变更登记，将是我国各级土地管理部门的一项重要的和经常性的工作。

土地调查中，通常对应不同的位置精度要求，在采用 GPS 测量模式上，可以使用单点定位、常规差分 GPS、PPK、广域差分 GPS 等方式。这些 GPS 测量方式，可成倍地提高土地利用变更调查和动态监测速度，其精度和可靠性得到极大的改善，克服了传统方法的种种弊端，省时省工，适用于各种各样复杂的变更情况，真正地实现了动态监测的实时性和数值化，保证了土地利用数据的现势性。

在土地调查中，如果定位精度要求不高，优先采用单点定位模式。如果定位精度要求达到米级，可以采用广域差分 GPS 模式；如果附近已经建立常规差分 GPS 参考站并能够接收到差分信号，也可以采用常规差分 GPS。如果没有广域差分 GPS 信号接收设备，可以在调查地区附近的已知点上，建立常规差分 GPS 参考站，采用常规差分 GPS 或 PPK 模式。如果是局部地区的精密土地划界，可以采用 RTK 测量系统。

近几年，许多部门应用 GPS 技术进行了多项土地调查活动。如科技人员在四川攀枝花市、内蒙古包头市、四川乐山、北京郊区等地进行了土地调查试验，其几何精度完全可以满足土地利用变更调查和动态监测的要求，可以做到方便、快速、实时。

关于常规差分 GPS 和广域差分 GPS 定位方式在土地调查中的应用实例不多。实际上，我国在沿海地区已经建立了 20 个常规差分 GPS 信标站，市场上有很多商用的常规差分改正信号接收机，沿海省市可以利用这些免费的信号资源，应用于土地调查活动，将会带来极大的经济效益。另外，美国已经提供了商用的广域差分 GPS 服务，我国和欧盟也将提供类似服务，如果土地部门购买相关设备，完全可以实现大区域的土地实时调查工作。当然，使用这两种定位技术，需要购买差分接收设备，会增加设备费用。

四、新的 GPS 定位技术在地籍测绘中的应用与展望

网络 RTK 技术已经进入到实际应用阶段。国际上最大的 GPS 厂商 TRIMBLE 公司，已经开发出商用的网络 RTK 系统软件——VRS 系统。我国深圳市国土局和四川省地震局已经购买了这个系统，分别在深圳市和成都市建成了相应的网络 RTK 系统，实现了本章第二节定义的各种定位服务。

目前，深圳市和成都市的地籍测绘工作已经变得非常容易，在系统覆盖区域，厘米级到米级的地籍测绘，如地籍图修测、土地放样、边界调查等，都能够实时完成，极大地缩短了地籍测绘工作的周期，提高了工作效率，保证了土地信息的科学性、及时性和有效性。随着其他城市和地区网络 RTK 系统的建立，未来的地籍测绘工作将变得更加容易和简单。

根据德国 GFZ 计算的 3 个 IGS 站高程方向精度，15d 的重复性结果显示，高程方向的精度优于 2cm。GPS 定位中，水平方向的定位精度优于高程方向，所以完全可以肯定，PPP 技术完全可以达到厘米级的定位精度。

美国俄亥俄州州立大学应用 PPP 技术进行了快速静态定位和实时动态定位试验。试验的结果显示，进行快速静态定位时，采用 40min 的数据段，采样率为 30s，与已知值比较，绝对定位的平均误差为 18cm，标准偏差为 2cm。据分析，18cm 的平均误差为系统偏差，是由对流层延时和残余的固体潮改正引起的。进行实时动态定位，采样 1s 的采样率，与精密的 RTK 结果比较，实时的绝对定位精度优于 40cm。每秒钟的卫星钟差是由 30s 的卫星钟差内

插而得到的，影响了绝对定位的精度如果能够实时得到更精密的卫星钟差，未来的绝对定位精度可望进一步提高。

PPP技术在大地测量中已经得到了应用。美国JPL的GIPSY软件、瑞士的BERNESE软件、德国的EPOS软件都包括了PPP功能。JPL每日提供的全球IGS站的对流层延时，就是采用PPP技术计算的结果。IGS已经决定，各数据分析中心今后提交的对流层延时信息，统一使用PPP技术，替代原有的网解成果。这些都是后处理结果。

武汉大学GPS研究中心的科研人员也进行了PPP技术的研究工作。他们使用IGS提供的精密星历和自己计算的精密卫星钟差，对位于夏威夷的IGS站KOKB站的数据进行了分析。KOKB站的坐标已知，实验中采用了平滑伪距和非差相位两种观测值，分别计算了每个单历元的定位结果，类似于动态测量数据处理模式。采用平滑伪距可以达到米级的定位精度；采用非差相位，经过约15min的初始化后，单历元的定位结果趋于稳定，定位结果与已知坐标在X、Y、Z方向上的最大差值分别为0.158m、0.174m和0.167m。通过残差分析，绝大多数的中误差小于15cm。

PPP技术的实时应用，取决于实时的卫星轨道和卫星钟差改正信息。目前，IGS能够提供10cm级的12h预报卫星星历，未来的1～2年内，IGS能够提供厘米级的3h预报星历。如果卫星处于正常运行状态，这种精度的卫星轨道已经完全能够满足实时厘米级的定位要求。但是，卫星的钟差改正信息，目前不能实时得到。IGS提供的精度为0.05ns量级的精密钟差，时延为10～12d，0.1ns量级的快速钟差，时延为3～5d。但是，随着IGS实时化进程的加快，以及其他研究和商业机构的介入，卫星钟差的实时解算和外推变得容易和可能，因此可以预见，PPP技术进入实时应用阶段已为期不远。

不管是后处理还是实时应用，PPP技术在地籍测绘中的应用大有作为。同RTK比较，PPP技术的实时应用主要借助于移动通信技术和互联网技术，数据链不受空间的限制，也不必事先建立一个固定的基准站。所以，任意地区都可以利用PPP技术建立地籍控制网和界址点测量。同时，PPP技术真正实现了测量个性化，在测区不需要高等级的测量控制点，不需要架设基准站，单人单机即可完成地籍测绘任务。

第十三章　土地勘测技术与方法

第一节　地形图的应用概述

地形图是各种地物和地貌在图纸上的反映。多用途地籍图的主要内容是地籍要素和必要的地形要素，有条件的地方亦可在地籍图上绘制等高线，它们都是进行地籍、地政管理和规划设计不可缺少的重要资料。因此，正确地识读和应用地形(籍)图，是每个土地管理技术人员必须具备的基本技能。本章主要以地形图为例介绍其应用，地籍图的应用与地形图基本相同。

一、地形图的应用方向

地形图的应用相当广泛，各种建设活动和人们的日常生活几乎都离不开地形图。综合起来有下列应用方向：

(1)各种规划设计(城市规划、土地利用规划、各类道路规划、农田水利规划、工业布局规划等)。

(2)各种社会调查(人口普查、土壤调查、交通调查等)。

(3)各种社会管理(城市管理、农林牧管理等)。

(4)地理性应用(编制各种专题地图：旅游、交通、综合等)。

(5)基础设施建设(高速公路、江河堤防、市政设施建设等)。

(6)资源勘探、国土与环境的整治(矿产资源调查、土地资源调查、环境保护与治理)。

(7)国防与军事(战争、国界划定与记录)。

(8)其他(科学考察等)。

二、地形图应用的技术手段

地形图应用的技术手段与科学技术进步有关，还与工具有关。

(1)目视技术。这是人们不借助任何工具，在视力比较和目测地形图的基础上，对人们要研究的现象进行评价，例如，地理方位的判断、确定汇水面积边界、判断道路走向等。

(2)量算技术。借助于测量仪器和简单的计算工具(计算器)，在地形图上获取我们所需要的信息，例如，两点之间的距离和高差。

(3)半自动化技术。借助于自动化设备和计算机从地形图上采集、加工和处理我们所需要的信息，得到我们所需要的结果。例如，现在的地形图的编绘、专题地图的制作等。

(4)自动化技术。采用模式识别和智能化技术，使人们的研究工作自动化。这是应用技术的发展前景。

在实际应用地形图时，上述几种方法往往综合运用。

三、地形(籍)图的识读

为了正确应用地形图,首先必须看懂地形图。地形图上的地物和地貌不是直观的景物,而是用各种规定的线画和符号来表示的。熟悉这些线画和符号,正确判断其间的相互关系和所表示的自然形态,是正确应用地形图的前提。

关于地形图的识读,请参阅测量学中的有关内容,此间不再复述。

第二节　地形图的基本应用

一、求图上某点的坐标

如图 13-1 所示,图中 m 点坐标,可以根据地形图上坐标格网的坐标值来确定。

首先找出 m 点所在方格 $abcd$ 的西南角 a 点坐标为:

$$X_a = 3\ 355.100\text{km} \qquad Y_a = 545.100\text{km}$$

过 m 点作方格边的平行线,交方格边于 e、f 点。根据地形图比例尺 1 : 1 000 量得 $ae=87.5\text{m}$, $af=31.4\text{m}$,则 m 点的坐标值为:

$$X_m = X_a + ae = 3\ 355\ 100 + 87.5 = 3\ 355\ 187.5(\text{m})$$

$$Y_m = Y_a + af = 545\ 100 + 31.4 = 545\ 131.4(\text{m})$$

为了提高坐标量测的精度,必须考虑图纸伸缩的影响,可按下式计算 m 点的坐标值,即

$$\begin{aligned} X_m &= X_a + \frac{l}{ab} \cdot ae \cdot M \\ Y_m &= Y_a + \frac{l}{ad} \cdot af \cdot M \end{aligned} \tag{13-1}$$

式中:ab、ae、ad、af 均为图上长度;l 为坐标方格边长(10cm);M 为地形图比例尺分母。

二、求图上两点间的距离

如图 13-1 所示,欲求图中 m,n 两点间的水平距离,可采用图解法或解析法。

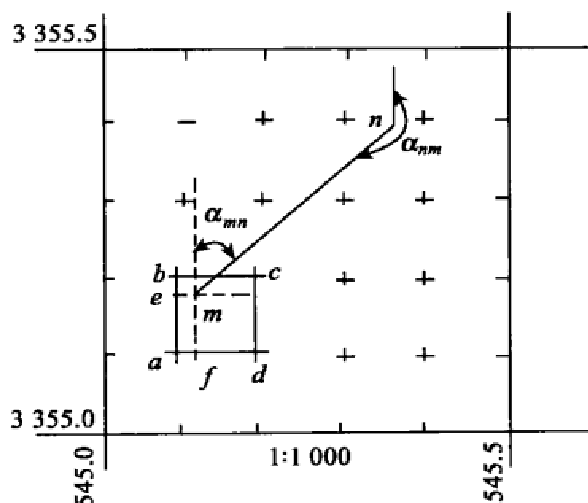


图 13-1　求坐标、距离和方位

(1)图解法。在图上直接量出 m,n 两点间的长度,然后乘以比例尺分母,就可得到 mn 的水平距离。

(2)解析法。首先根据前面所述方法求出 m、n 两点的坐标 X_m,Y_m 和 X_n,Y_n,然后按下式计算其水平距离:

$$D_{mn} = \sqrt{(X_n - X_m)^2 + (Y_n - Y_m)^2} = \sqrt{(\Delta X_{mn})^2 + (\Delta Y_{mn})^2} \tag{13-2}$$

三、求图上某直线的坐标方位角

如图 13-1,欲求直线 mn 的坐标方位角,可采用如下方法:

(1)图解法。过 m 和 n 点分别作坐标纵线的平行线,然后用量角器量出 α'_{mn}和 α'_{nm}取其平均值作为最后结果:

$$\alpha_{mn} = \frac{1}{2}(\alpha'_{mn} + \alpha'_{nm} \pm 180°) \tag{13-3}$$

(2)解析法。先求出 m 和 n 点的坐标,再按下式计算出直线 mn 的坐标方位角:

$$\alpha_{mn} = \arctan\frac{\Delta Y_{mn}}{\Delta X_{mn}} = \arctan\frac{Y_n - Y_m}{X_n - X_m} \tag{13-4}$$

四、在图上求点的高程

若所求点的位置恰好在某一等高线上,那么此点的高程就等于该等高线的高程,如图 13-2 中,A 点高程为 69m。

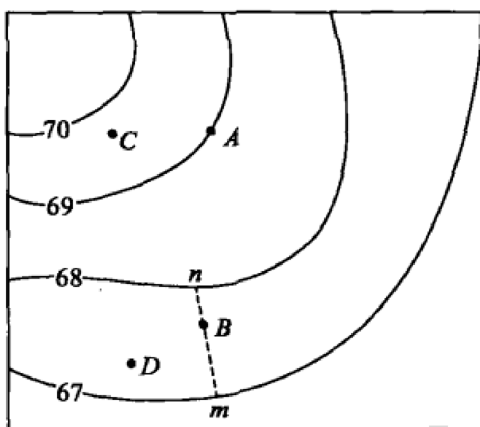


图 13-2　求高程和坡度

若所求点的位置不在等高线上,则可用内插法求其高程。过 B 点作线段 mn 大致垂直于相邻两等高线,然后量出 mn 和 mB 的图上长度,则 B 点高程为:

$$H_B = H_m + \frac{mB}{mn}h \tag{13-5}$$

式中:h 为等高距,H_m 为 m 点高程。

在图 13-2 中,$h = 1$m,$H_m = 67$m,量得 $mn = 12$mm,$mB = 8$mm,则

$$H_B = 67.0 + \frac{8}{12} \times 1 \approx 67.7(\text{m})$$

当精度要求不高时,也可用目估法来确定点的高程。

五、在图上确定直线的坡度

直线两端点高差 h 与水平距离 D 之比称为直线的坡度 i，即

$$i=\frac{h}{D} \tag{13-6}$$

坡度 i 一般用百分率（%）或千分率（‰）表示。

如图 13-2，设在图上量得 mn 所代表的实地水平距离为 12m，mn 的高差为 1m，则 mn 的坡度为：

$$i_{mn}=\frac{h_{mn}}{D_{mn}}=\frac{1}{12}=8.3\%$$

因为 mn 位于相邻两等高线上，而相邻两等高线之间的坡度可以认为是均匀的，因此，所求得的坡度应与实地坡度相符。如果直线跨越几条等高线，而且相邻等高线之间的平距不等，则地面坡度不均匀，所求得的坡度是两点间的平均坡度。

六、按一定方向绘制断面图

在道路、管线工程设计中，为了合理地确定线路的坡度，以及进行填、挖方的概算，需要较详细地了解沿线路方向上的地面坡度。为此，常根据地形图上的等高线来绘制地面的断面图。以图 13-3 为例，欲画出 AB 方向的断面图，方法如下：

(1) 在图纸上绘制直角坐标系。

以横轴 AB 表示水平距离。水平距离比例尺一般与地形图的比例尺相同。以纵轴 AH 表示高程。为了更明显地反映出地面的起伏情况，一般高程比例尺比水平距离比例尺大 10～20倍。然后，在纵轴上注明高程，并按等高距作与横轴平行的高程线。高程起始值要选择恰当，使绘出的断面图位置适中。

(2) 设 AB 直线与地形图上各等高线的交点分别是 1，2，3，…将各交点至 A 的距离截取到横轴上，定出各点在横轴上的位置。

(3) 自横轴上的 1，2，…，B 各点作垂线，与各点在地形图上的高程值相对应的高程线相交，其交点就是断面上的点。

(4) 把相邻点用光滑曲线连接起来，即为 AB 方向的断面图。

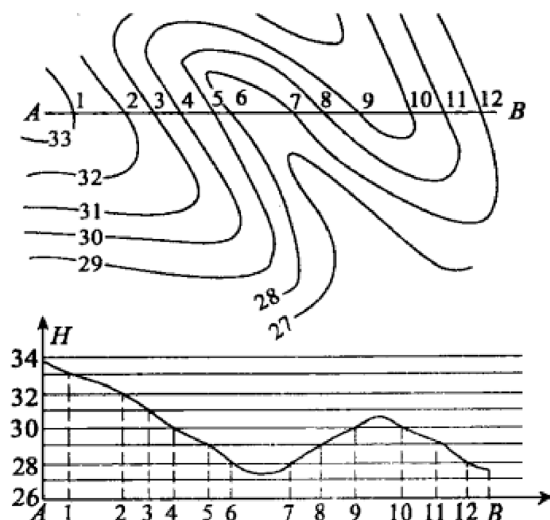


图 13-3 断面绘制

七、在图上按规定坡度选取最短路线

在道路或管线的设计中,往往要求选择一条不超过某一规定坡度的最短路线。

如图 13-4,设地形图的比例尺为 1 : 1 000,等高距为 1m,要求在 A、B 两点之间选择一条公路路线,使其最大坡度不超过 8%。

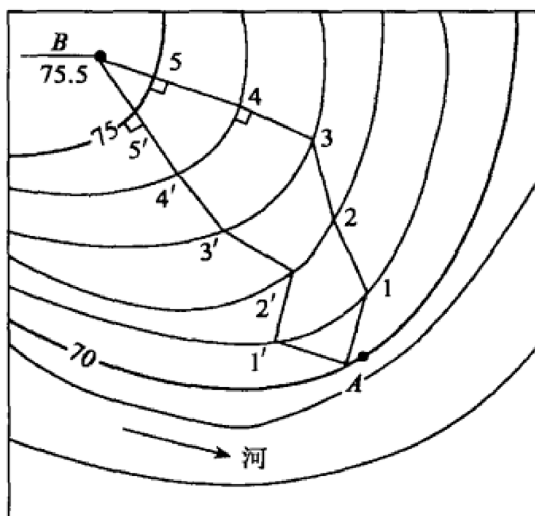


图 13-4 选取最短路线

首先按给定坡度计算路线通过相邻两等高线的最短距离 d,由式(13-6)可得:

$$d=\frac{h}{iM}=\frac{1}{1\ 000\times 8\%}=0.012\ 5(\mathrm{m})=12.5(\mathrm{mm})$$

然后以 A 为圆心,d 为半径作弧,交 71m 等高线于 1 点;再以 1 点为圆心,以 d 为半径作弧,交 72m 等高线于 2 点,依此类推,一直进行到 B 点为止。将这些相邻点连接起来,便得到同坡度路线。

在选择路线时,如果相邻两条等高线间的平距大于 d,说明这两条等高线之间的最大坡度小于规定坡度,这时就可以按等高线间最短距离定线(如图 13-4 中的 45 段、5B 段)。

八、在地形图上确定汇水范围

在修建大坝、桥梁、涵洞和排水管道等工程时,都需要知道有多大面积的雨、雪水向这个河道或谷地里汇集,以便在工程设计中计算流量,这个汇水范围的面积亦称为汇水面积(或称集雨面积)。

由于雨水是沿山脊线(分水线)向两侧山坡分流,所以汇水范围的边界线必然是由山脊线及与其相连的山头,鞍部等地貌特征点和人工构筑物(如坝和桥)等线段围成。如图 13-5 所示,欲在 A 处建造一个泄水涵洞。AE 为一山谷线,泄水涵洞的孔径大小应根据流经该处的水量决定,而水量又与山谷的汇水范围大小有关。从图 13-5 中可以看出,由山脊线 BC、CD、DE、EF、FG、GH 及道路 HB 所围成的边界,就是这个山谷的汇水范围。量算出该范围的面积即得汇水面积。

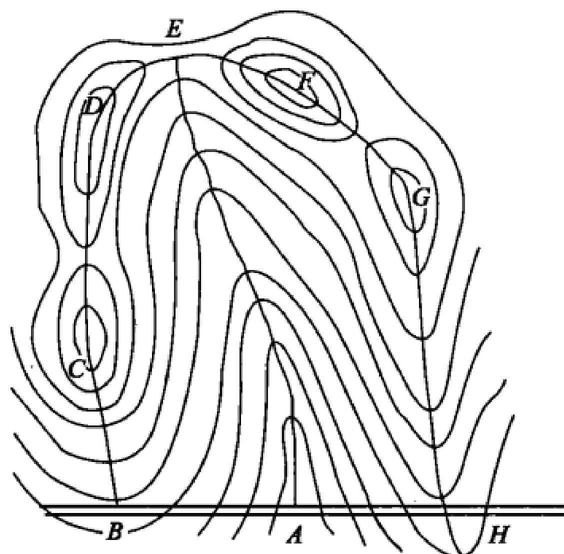


图 13-5 汇水面积

在确定汇水范围时应注意以下两点：

(1)边界线(除构筑物 A 外)应与山脊线一致，且与等高线垂直。

(2)边界线是经过一系列山头和鞍部的曲线，并与河谷的指定断面(如图中 A 处的直线)闭合。

根据汇水面积的大小，再结合气象水文资料，便可进一步确定流经 A 处的水量，从而对拟建此处的涵洞大小提供设计依据。

第三节 土地测设的基本技术和方法

土地测设是将设计好的地块位置、形状、大小及高程在地面上标定出来的土地勘测工作。在土地管理工作中，经常涉及土地测设的工作有：规划选址、用地红线的确定、界址鉴定和恢复、土地分割、土地征用、土地复垦、土地整理、城市拆迁、土地开发等。

土地测设时，须首先计算出设计的地块边界相对于控制网的关系，即求出其间的角度、距离和点的高程，这些资料称为土地工程测设(放样)数据。因此，土地工程测设的基本工作，就是测设已知的水平距离、水平角和高程。

土地测设的基本技术和方法包括已知水平距离、水平角、高程的测设，点的平面位置的测设。

一、已知水平距离的测设

根据给定的已知点、直线方向和两点间的水平距离，求出另一端点实地位置的测量工作就是已知水平距离的测设。测设已知距离的方法主要有以下三种：

(一)一般方法

从已知点 A 开始，沿已给定的方向 AB，按已知的长度值，用钢尺直接丈量定出 B 点(应目估以使钢尺水平)。为了校核，应往、返丈量两次。取其平均值作为最终结果。

（二）精确方法

当测设精度要求较高时，要结合现场情况，对所测设的距离进行尺长、温度、倾斜度等项改正。若设计的水平距离为 D，则在实地上应放出的距离 D' 为：

$$D' = D - \Delta l_d - \Delta l_t - \Delta l_h \tag{13-7}$$

其中：$\Delta l = l' - l_0$；

$\Delta l_d = D\dfrac{\Delta l}{l_0}$；

$\Delta l_t = 2(t - t_0)D$；

$\Delta l_h = -\dfrac{h^2}{2D}$。

式中：l' 为钢尺的实际长度；l_0 为钢尺的名义长度；t 为测设时的温度；t_0 为钢尺检测时的温度；h 为线段两端点间的高差。

具体作业时，若 D' 小于一个尺段，则直接丈量出 D'；若 D' 大于一个尺段，则用精密丈量的方法将整尺段丈量完毕。设其水平长度为 $D_{整}$，则欲测设的长度 D 尚余 $D_{余} = D - D_{整}$。然后按式（13-7）计算出 $D_{余}$ 的丈量值 $D'_{余}$，再在实地丈量 $D'_{余}$，从而完成 D' 的测设工作。

（三）用光电测距仪测设水平距离

如图 13-6 所示，光电测距仪置于 A 点，在测设距离的方向上移动棱镜，选取 C' 点固定棱镜（C' 点至 A 点的距离与 D 相近），测出斜距 L 及测距光路的竖角 α，则距离 $D_{AC} = L\cos\alpha$。它与测设长 D 之差为 $\Delta D = D - D_{AC}$。根据 ΔD 的正负号移动棱镜，使用 ΔD 小于测设要求的限差，并尽可能接近于零，则该点即为欲测设的 C 点。ΔD 也可以用钢尺直接丈量改正，得到欲测设的 C 点。

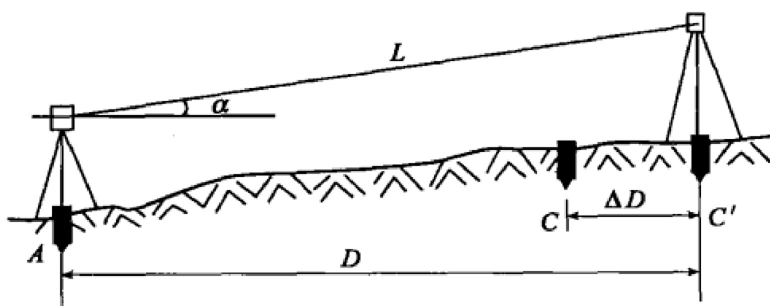


图 13-6　光电测距仪测设水平距离

二、已知水平角的测设

水平角的测设，是根据某一已知方向和已知水平角的数值，把该角的另一方向在地面上标定出来。根据精度要求的不同，水平角测设的方法主要有两种，现分述如下。

（一）一般方法

当测设水平角的精度要求不高时，可采用盘左盘右分中法。如图 13-7 所示，已知地面上 OA 方向，从 OA 方向向右测设水平角 β，定出 OB 方向，步骤如下：

（1）在 O 点安置经纬仪，以盘左位置瞄准 A 点，并使度盘读数为某一整数值（如 0°00′00″）。

(2)松开水平制动螺旋,旋转照准部,使度盘读数增加 β 角值,在此方向上定出 B'点。

(3)倒镜呈盘右位置,以同样方法测设 β 角,定出 B''点,取 B'、B''的中点 B,则 $\angle AOB$ 即为欲测设的角度。

(二)精确方法

当测设水平角的精度要求较高时,可采用作垂线改正的方法,如图 13-8 所示。步骤如下:

(1)先按一般方法测设出 B'点。

(2)用测回法对 $\angle AOB'$观察若干个测回(测回数根据要求的精度而定),求其平均值,并计算出 $\Delta\beta=\beta-\beta_1$。

(3)计算垂直改正值

$$BB = OB'\tan\Delta\beta \approx OB'\frac{\Delta\beta}{\rho}, \qquad \rho = 206\ 265'' \tag{13-8}$$

(4)自 B'点沿 OB'的垂直方向量出距离 BB',定出 B 点,则 $\angle AOB$ 即为欲测设的角度。

量取改正距离时,若 $\Delta\beta$ 为正,则沿 OB'的垂直方向向外量取;若 $\Delta\beta$ 为负,则沿垂直方向向内量取。

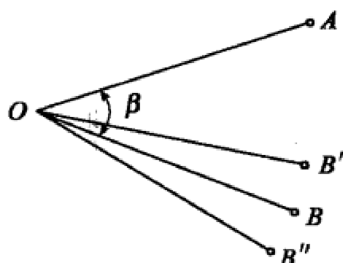


图 13-7 分中法测设水平角

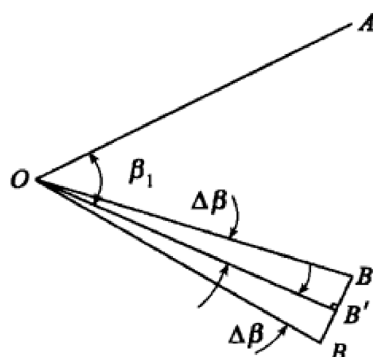


图 13-8 垂线改正法测设水平角

三、已知高程的测设

根据已知水准点,在地面上标定出某设计高程的工作,称为高程测设。高程测设是施工测量中的一项基本工作,一般是在地面上打下木桩,使桩顶(或在桩侧面画一红线代替桩顶)高程等于点的设计高程。此项工作,可根据施工场地附近的水准点用水准测量的方法进行。现用实例说明方法。

例 1 如图13-9所示,水准点 BM_3 的高程 $H_3=150.680$m。要求测设 A 点,使其等于设计高程 $H_{设}=151.500$m。其测设步骤如下:

(1)在水准点 BM_3 和木桩 A 之间安置水准仪,在 BM_3 所立水准尺上,测得后视读数 a 为 1.386m,则视线高程 H_1 为:

$$H_1 = H_3 + a = 150.680 + 1.386 = 152.066(\text{m})$$

(2)计算 A 点水准尺尺底恰好位于设计高程时的前视读数:

$$b = H_1 - H_{设} = 152.066 - 151.500 = 0.566(m)$$

(3)在 A 点桩顶立尺,逐渐向下打桩,直至立在桩顶上水准尺的读数为 0.566m,此时桩

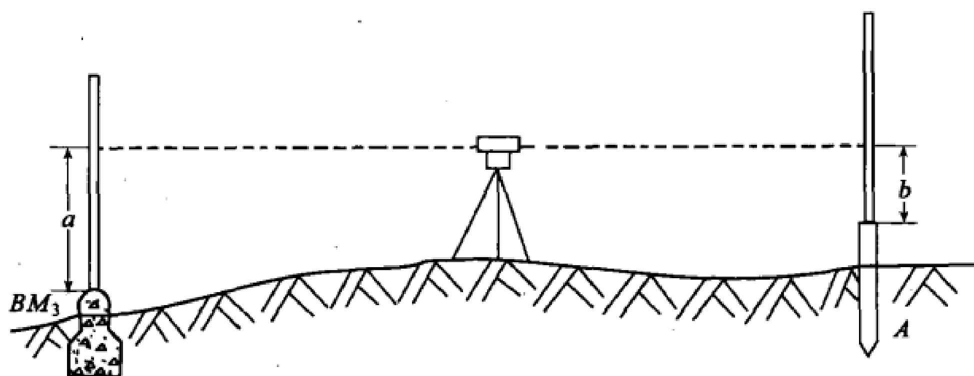


图 13-9 简单高程测设

顶的高程即为设计高程。也可将水准尺的 A 点木桩的侧面上下移动，直至尺上读数恰为 0.566m 时，紧靠尺底，在木桩上画一水平线或钉一小钉，其高程即为 A 点的设计高程（也称 ±0 位置）。

当测设点与水准点的高差太大时，必须用高程传递法将高程由高处传递至低处，或由低处传递至高处。

例 2 在深基槽内测设高程时，如水准尺的长度不够，则应在槽底先设置临时水准点，然后将地面点的高程传递至临时水准点，再测设出所需高程。

如图 13-10 所示，欲根据地面水准点 A 测定槽内水准点 B 的高程，可在槽边架设吊杆，杆顶吊一根零点向下的钢尺，尺的下端挂上重 10kg 的重锤，在地面和槽底各安置一台水准仪。设地面的水准仪在 A 点的标尺上读数为 a_1，在钢尺上的读数为 b_1；槽底水准仪在钢尺上读数为 a_2，在 B 点所立尺上的读数为 b_2。已知水准点 A 的高程为 H_A，则 B 点的高程为：

$$H_B = H_A + a_1 - b_1 + a_2 - b_2 \tag{13-9}$$

然后改变钢尺悬挂位置，再次进行读数，以便检核。

例 3 在高的楼层面上测设高程时，可利用楼梯间向楼层上传递高程。如图 13-11 所示。将检定过的钢尺悬吊在楼梯处，零点一端朝下，挂 5kg 重锤，并放入油桶中，然后用水准仪逐层引测，则楼层 B 点的高程为：

$$H_B = H_A + a - b + c - d \tag{13-10}$$

式中：a、b、c、d 为标尺读数。

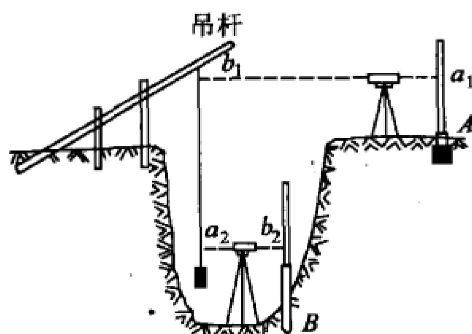


图 13-10 深基槽内的高程测设

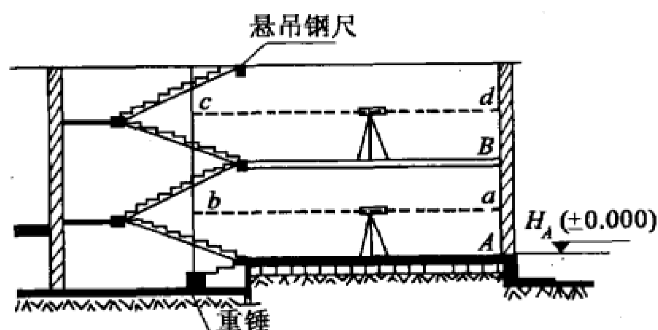


图 13-11 高楼层面上的高程测设

为了检核，可采用改变悬吊钢尺位置后，再用上述方法进行读数，两次测得的高程较差不应超过 3mm。

四、点的平面位置的测设

点的平面位置测设常用直角坐标法、极坐标法、角度交会法和距离交会法等。至于选用哪种方法，应根据控制网的形式、现场情况、测设对象的特点、测设精度要求等因素，进行综合分析后确定。

(一) 直角坐标法

此种方法主要用于建筑物或与建筑物有关的测设，如建筑施工中的定位测量、工程验线和竣工验收中的用地红线、界址、建筑红线的测设和检验等。下面以建筑施工中的定位测量为例说明此种方法的原理。

如图 13-12 所示，OY、OX 为两条互相垂直的主轴线，建筑物的两个轴线 AB、AD 分别与 OX、OY 平行。设计图中已给出建筑物四个角点的坐标，如 A 点的坐标为(X_A, Y_A)。先在建筑方格网的 O 点上安置经纬仪，瞄准 Y 方向测设距离 Y_A 得 E 点，然后搬仪器至 E 点，仍瞄准 Y 方向，向左测设 90°角，沿此方向测设距离 X_A，即得 A 点位置并沿此方向测设出 B 点，同法测设出 D 点和 C 点。最后应检查建筑物的边长是否等于设计长度，四个角是否均为 90°，误差在限差内即可。

此方法计算简单，施测方便，精度较高，但要求场地平坦，有建筑方格网可用。

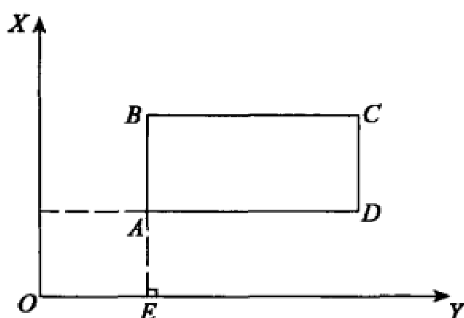


图 13-12　直角坐标法点位测设

(二) 极坐标法

极坐标法是根据一个角度和一段距离测设点的平面位置，适用于测设距离较短，且便于量距的情况。此种方法主要用于规划选址、征地、出让等工作中的红线或界址测设。

在图 13-13 中，AB 是用地红线的两个端点，其坐标已由设计图中给出。P_1、P_2、P_3、P_4、P_5 为已知控制点，则测设数据 D_1、β_1、D_2、β_2 可由坐标反算公式得出：

$$\alpha_{P_2A} = \arctan\frac{Y_A - Y_{P_2}}{X_A - X_{P_2}}, \quad \alpha_{P_4B} = \arctan\frac{Y_B - Y_{P_4}}{X_B - X_{P_4}} \tag{13-11}$$

$$\beta_1 = \alpha_{P_2P_3} - \alpha_{P_2A}, \quad \beta_2 = \alpha_{P_4B} - \alpha_{P_4P_3} \tag{13-12}$$

$$D_1 = \sqrt{(X_A - X_{P_2})^2 + (Y_A - Y_{P_2})^2}, \quad D_2 = \sqrt{(X_B - X_{P_4})^2 + (Y_B - Y_{P_4})^2} \tag{13-13}$$

实地测设时，在 P_2 点上安置经纬仪，先测设 β_1 角，在 P_2A 方向线上测设距离 D_1，即得 A 点。将仪器搬至 P_4 点，同法测出 B 点，最后丈量 AB 的距离，以资检核。

此法比较灵活，对用测距仪测设尤为适合。

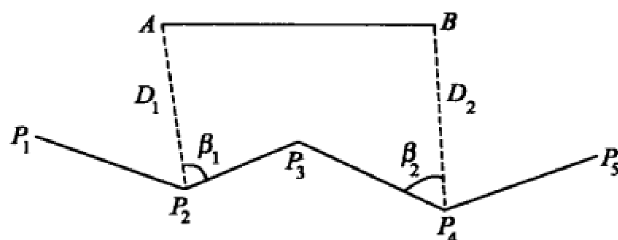


图 13-13 极坐标法点位测设

（三）角度交会法

根据两个或两个以上的已知角度的方向交出点的平面位置，称为角度交会法。当待测点较远或不可能达到时，如桥墩定位、水坝定位等常用此法。

如图 13-14 所示，P_1、P_2、P_3 为控制点，A 为待测设点，其设计坐标为已知。算出交会角 β_1、β_2 和 β_3。分别在两控制点 P_1、P_2 上测设角度 β_1、β_2，两方向的交点即为 A 点位置。为了检核，还应测设一个方向。如在 P_3 点测设角度 β_3，若不交于 A 点，则形成一个示误三角形。若示误三角形的最大边长不超过限差，则取示误三角形的内切圆圆心作为 A 点的最后位置，如图 13-15 所示。

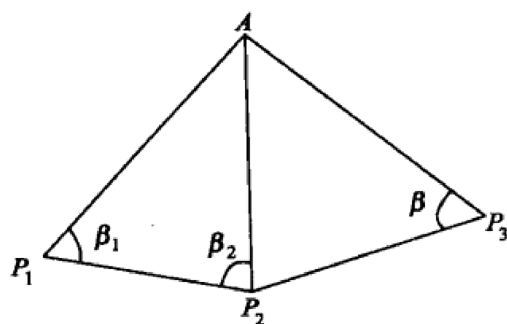


图 13-14 角度交会法测设

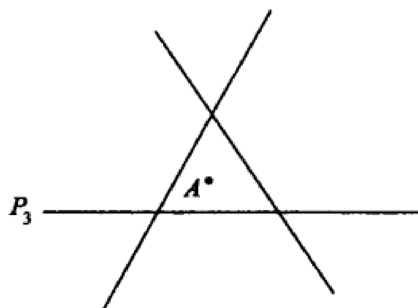


图 13-15 示误三角形

（四）距离交会法

根据两段已知距离交会出点的平面位置，称为距离交会。在建筑物平坦，控制点离测设点不超过一整尺段的情况下宜用此法。此法在施工中细部测设时经常采用。

如图 13-16 所示，根据控制点 P_1、P_2、P_3 的坐标和待测设点 A、B 的设计坐标，用坐标反算公式求得距离 D_1、D_2、D_3、D_4，分别从 P_1、P_2、P_3 点用钢尺测设距离 D_1、D_2、D_3、D_4。D_1 和 D_2 的交点即为 A 点位置，D_3 和 D_4 的交点即为 B 点位置。最后丈量 AB 长度，与设计长度比较作为检核。

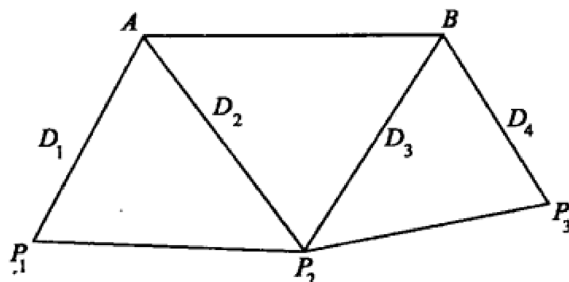


图 13-16 距离交会法测设

第四节　土方计算方法

一、断面法土方计算

在土方计算之前，应先将设计断面绘在横断面图上，计算出地面线与设计断面所包围的填方面积或挖方面积 A(如图 13-17 所示)，然后进行土方计算。

常用的计算土方的方法是平均断面法。它根据两相邻的设计断面填、挖面积的平均值，乘以两断面的距离，从而得到两相邻横断面之间的挖、填土方的数量。计算公式如下：

$$V = \frac{1}{2}(A_1 + A_2)D \tag{13-14}$$

式中：A_1、A_2 为相邻两横断面的挖方或填方面积；D 为相邻两横断面之间的距离。如果同一断面既有填方又有挖方，则应分别计算。

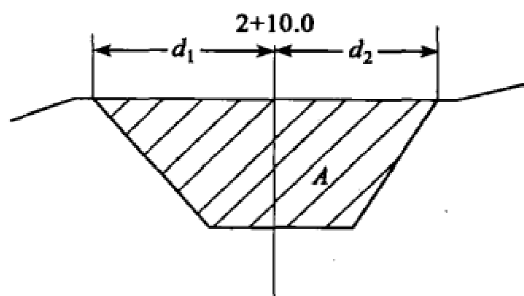


图 13-17　填/挖方面积

二、方格法土方计算

在各项工程建设中，除对建筑工程作合理的平面布置外，往往还要对原地形作必要的改造，以适于布置和修建各类建筑物，便于排除地面水，满足交通运输和地下管线敷设的要求，这种改造称为土地平整。

土地平整是土地开发过程中的重要环节。在农用土地深度整理中，土地平整是其重要的工作内容之一。进行土地平整时，首先要利用地形图，用方格法进行平整土地的土方计算。根据不同的要求，可将土地平整为平面或倾斜面，现分述如下。

(一)平整为水平面的土方计算

1. 平整为水平面，同时要求填、挖方平衡

如图 13-18 所示，设地形图比例尺为 1 : 1 000。欲将方格范围内的地面平整为挖方与填方基本相等的水平场地，可按如下步骤进行：

(1)在地形图上画出方格。方格的边长取决于地形的复杂程度和土方的估算精度，一般为 10m 或 20m。现取方格边长为 20m(图上为 20mm)。

(2)用内插法或目估法求出各方格点的高程，并注记于右上角。

(3)计算场地填/挖方平衡的设计高程。先求出各方格四个顶点高程的平均值，然后将其相加，除以方格数，就得填/挖方基本平衡的设计高程。

也可用加权平均的方法求得设计高程，即

$$H_{设} = \frac{\sum H_i \times P_i}{4 \times 方格数} \tag{13-15}$$

式中：H_i 为各方格四个顶点高程；P_i 为高程点的权值（角点的权值为 1，边点的权值为 2，拐点的权值为 3，交点的权值为 4）。

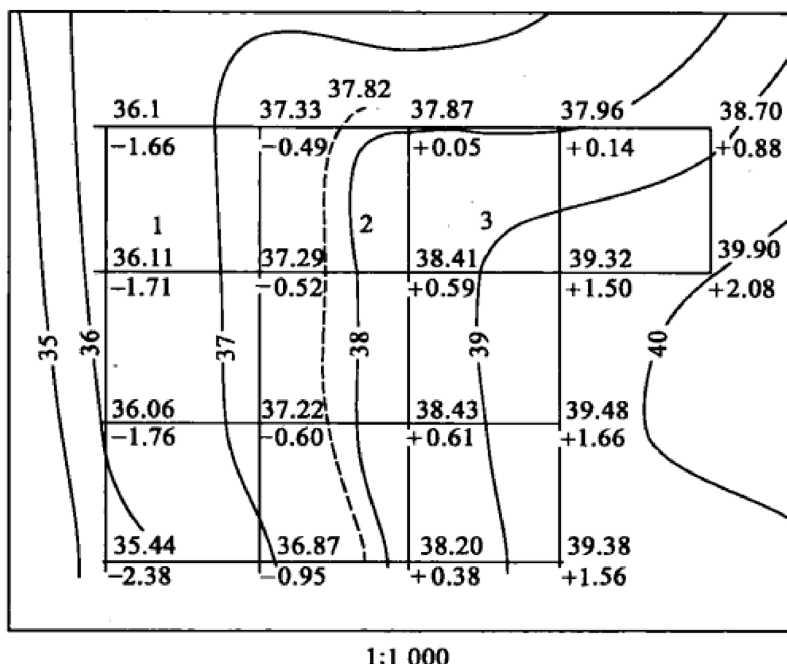


图 13-18 平整为水平面的土方计算图示

经计算，如图 13-18 所示的设计高程为 37.82m。

(4)用内插法在地形图上描出高程为 37.82m 的等高线（图中用虚线表示）。此线就是填方和挖方的分界线。

(5)计算各方格点的填/挖高度：

$$填/挖高度 = 地面高程 - 设计高程 \tag{13-16}$$

正号表示挖方，负号表示填方。将填/挖高度填写在各方格点的右下角。

(6)计算填/挖方量。从图 13-18 中可看出，有的方格全为挖方或填方，有的方格既有填方又有挖方，因此要分别进行计算。对于全为挖方或全为填方的方格（如方格 1 全为填方）：

$$V_{1填} = \frac{1}{4} \times (-1.66 - 0.49 - 1.71 - 0.52)A_{1填}$$

$$= \frac{1}{4} \times (-4.38) \times 20 \times 20 = -438.0(\mathrm{m}^3)$$

对于既有填方又有挖方的方格（如方格 2）：

$$V_{2填} = \frac{1}{4} \times (0 + 0 - 0.49 - 0.53)A_{2填}$$

$$= \frac{1}{4} \times (-1.02) \times 20 \times \frac{1}{2} \times (11 + 9) = -51.0(\mathrm{m}^3)$$

$$V_{2挖} = \frac{1}{4} \times (0 + 0 + 0.05 + 0.59) A_{2挖}$$

$$= \frac{1}{4} \times (0.64) \times 20 \times \frac{1}{2} \times (11 + 9) = 32.0(\mathrm{m}^3)$$

填/挖区的面积 $A_{i填}$、$A_{i挖}$ 可在地形图上量取。

根据各方格填/挖方量，即可求得场地平整的总填/挖方量。

本例中，$V_{填} = \sum V_{i填} = 1\ 665.7\mathrm{m}^3$，$V_{挖} = \sum V_{i挖} = 1\ 679.6\mathrm{m}^3$，填／挖方总量基本平衡。

2. 按设计高程平整为水平面

此种情况的土方计算更为简单。比较上例，可省去设计高程的计算，其余步骤均与上例相同，在此不再复述。

（二）平整为倾斜面的土方计算

1. 过地表面三点平整成倾斜面

如图 13-19 所示，要通过实地上 A、B、C 三点筑成一倾斜平面。此三点的高程分别为 152.3m、153.6m、150.4m。这三点在图上的相应位置为 a、b、c。

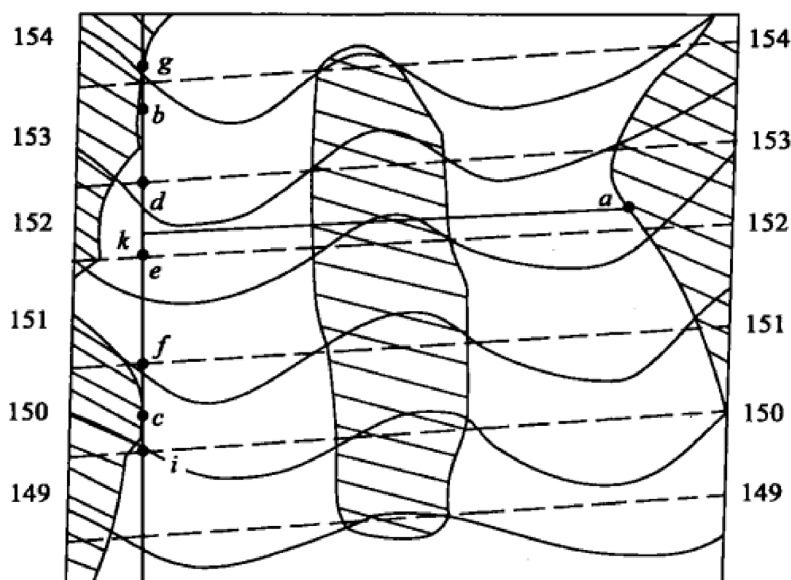


图 13-19　过地表面三点的倾斜面平整

为了确定填挖的界线，必须先在地形图上作出设计面的等高线。由于设计面是倾斜的平面，所以设计面上的等高线应当是等距的平行线。具体做法如下：

（1）首先求出 ab、bc、ac 三线中任一线上设计等高线的位置。例如，在 bc 线上用内插法得到高程为 153m、152m 和 151m 的点子 d、e、f。

（2）在 bc 线内插出与 a 点同高程（152.3m）的点子 k，并连接 ak。此线即为在设计平面上与等高线平行的直线。

（3）过 d、e、f 各点作与 ak 平行的直线，就得到设计平面上所要画的等高线。这些等高线在图上是用虚线表示的。

（4）为得到设计平面上全部的等高线，可在 bc 的延长线上继续截取与 de 线段相等的线 dg 和 fi，从而得到 g 点与 i 点。通过 g、i 两点作 ak 的平行线，即可得出设计平面上的另两条等高线。

（5）定出填方和挖方分界线。找出设计平面上的等高线与原地面上同高程等高线的交点，将这些交点用平滑的曲线连接起来，即可得到填方和挖方分界线。图 13-19 中画有斜线的面积表示应填土的地方，其余部分表示应挖土的地方。

（6）计算填/挖土（石）方量。每处需要填土的高度或挖土的深度是根据实际地面高程与设计平面高程之差确定的。如在某点的实际地面高程为 151. 2m，而该处设计平面的高程为 150. 6m，因此该点必须挖深 0. 6m。计算出各方格点的填、挖高度以后，即可按平整为水平面的土方计算方法计算填/挖土（石）方量。

2. 平整为给定坡度 i 的倾斜面

如图 13-20 所示，$ABCD$ 为 60m×60m 的地块，欲将其平整为向 AD、BC 方向倾斜-5% 的场地，其土（石）方量可按以下步骤计算：

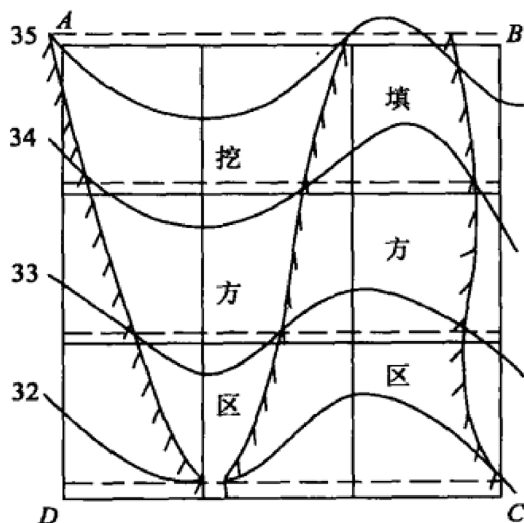


图 13-20　填方和挖方平衡时倾斜面平整

（1）按照平整为水平场地的同样步骤定出方格，并求出方格点高程及场地平均高程（图 13-20 中 $H_平=33.4\text{m}$）。

（2）计算场地平整后最高边线与最低边线高程：

$$H_A=H_B=H_平+\frac{1}{2}\times(D\cdot|i|)=33.4+\frac{1}{2}\times(60\times5\%)=34.9(\text{m})$$

$$H_C=H_D=H_平-\frac{1}{2}\times(D\cdot|i|)=33.4-\frac{1}{2}\times(60\times5\%)=31.9(\text{m})$$

（3）绘制设计倾斜面的等高线

①根据 A、D 点的高程内插出 AD 线上高程为 32m、33m、34m、35m 的设计等高线的点位。

②过整 m 数点位作 AB（或 DC）之平行线，即为倾斜面的设计等高线（图中虚线）。

③设计等高线与原地形图上同名等高线的交点为零填/挖点，连接这些点，即为填/挖方

分界线。

④计算各方格点的设计高程。用内插法计算各方格点的设计高程,并注于方格顶点右下角。

⑤计算各方格点的填/挖高度及土(石)方量。先求出各方格点的地面高程,再依式(13-16)计算各方格点的填/挖高度,然后根据平整为水平面的土方计算方法,计算土(石)方量并检核。

思 考 题

1. 地形图有哪些应用方向?
2. 简述地形图应用的常用技术手段。
3. 地形图有哪些基本应用?
4. 地形图在规划设计中的应用有哪些?
5. 试述点的平面位置的测设方法以及各种方法的适用范围。
6. 简述断面法土方计算的基本原理。
7. 简述平整为水平面的土方计算原理。
8. 简述平整为倾斜面的土方计算原理。

课间实验指导书

课间实验一 房屋面积调查

【实验目的】

1. 丈量一栋房屋的边长，计算该房屋基底的面积、建筑面积，绘制房屋的平面草图。

2. 丈量并计算该房屋的共有面积，根据共有面积分摊的原则和方法对共有面积分层（分户）进行分摊计算。

3. 掌握用钢尺进行房屋丈量的测量、记录、计算的方法。

4. 掌握房屋基底面积、建筑面积计算的方法，掌握房屋建筑面积计算中计算全部建筑面积、计算一半建筑面积和不计算建筑面积的范围。

5. 掌握共有面积的含义、构成和计算。

6. 掌握共有面积分摊的原则及分摊计算的方法。

【实验任务】

1. 房屋丈量。

2. 绘制的房屋平面图和房屋分层平面图。

3. 计算房屋建筑面积和占地面积。

4. 编写实验报告。

【实验仪器设备】

1. 本实验安排 2 个课时，实验在野外进行，计算工作可在日后完成。

2. 每个小组准备经检验的钢尺一副，记录板一块，自备铅笔一支，小三角板一块。

3. 每个小组边长钢尺量距记录表两张，空白房屋平面图一张，共有面积计算表一张。

【实验方法与步骤】

首先选定校内或校外一栋多功能的多层独立建筑物，层数在 10 层左右为宜。实验小组由 4 人组成，两人量距，一人记录，一人协助。

1. 沿房屋外墙勒脚以上用钢尺丈量房屋的边长，每边丈量两次取其中数，如房屋的占地面积与房屋的底层建筑面积不相等，还要丈量房屋占地范围各边的边长。

2. 绘制房屋的平面示意图，并注记每个边边长数据。

3. 用钢尺丈量房屋的共有部分的边长，如果各层情况不同，要分层丈量。

4. 绘制房屋共有示意图分层，并计算各层的分户建筑面积和共有面积。

5. 按房屋的几何形状，利用实量数据和简单的几何公式计算房屋的建筑面积和房屋的占地面积。

6. 按同样的方法计算房屋的共有面积，并利用以下公式计算各户的分摊面积：

$$K = \frac{\sum \delta_{P_i}}{\sum P_i}$$

$$\delta_{P_i} = KP_i$$

式中：δ_{P_i} 为各户应分摊的共有面积；P_i 为参加分摊的共有面积；$\sum \delta_{P_i}$ 为需要分摊的面积。

【注意事项】

1. 钢尺操作要做到三清：零点清楚——尺子零点不一定在尺端，有些尺子零点前还有一段分划；读数认清——尺子读数要认清 m，cm 的注记和 mm 的分划数：尺段记清——尺段较多时，容易发生漏记的错误。

2. 钢尺容易损坏，为维护钢尺，应做到四不：不扭、不折、不压、不拖。用完擦净后才可卷入尺壳内。

3. 丈量用的钢尺需进行检校，合格后方能使用。

4. 丈量边长读数取 cm。边长要进行两次丈量，两次丈量结果较差应符合下式规定：

$$\Delta D = 0.04 \times D \qquad (D \text{ 的单位为 m})$$

5. 房屋面积测算的中误差 M_P 按下式计算：

$$M_P = \pm(0.04\sqrt{P} + 0.003P)$$

式中：P 为房屋面积，单位为 m。

6. 房屋建筑面积使用的单位为 m^2，面积数取值位至 $0.1m^2$。

课间实验二 全站仪的认识和使用

【实验目的】

1. 了解全站型电子速测仪的性能及主要部件的名称和作用。
2. 了解全站型电子速测仪的基本操作方法。
3. 完成测站的设置、水平角测量和碎部点的三维坐标测量。

【实验任务】

1. 全站仪各部件的认识。
2. 观测一个水平角和垂直角，观测一段距离和一个点的坐标。
3. 编写实验报告。

【实验仪器设备】

1. 实验安排 2 个课时，以小班为单位进行。

2. 每个小组配全站型电子速测仪一部(可以根据本校的仪器情况安排),与全站仪配套的棱镜觇牌一块,花杆一根。

3. 每个小组记录板一块、水平角垂直角距离坐标记录表若干张。

4. 实验前,应详细阅读本实验的内容。

【实验方法与步骤】

本实验一般安排在室外进行。实验场地要求宽敞平坦,各小组之间不相互干扰。实验小组由 4 人组成,轮流操作和记录。

1. 安置好全站仪,由指导教师或实验人员向各小组介绍仪器的主要构件和操作方法。

2. 各小组按要求整平仪器,小组成员轮流熟悉仪器的各个构件。

3. 照准远处任意目标,设置一任意方位角。

4. 找 4 ~ 5 个目标进行水平角观测。

5. 按照仪器使用说明书的要求,各小组设置好测站点坐标(可以是任意坐标),在远处立好棱镜。

6. 设置好仪器高和棱镜高后小组成员轮流进行碎部点的三维坐标的测量和记录。

【注意事项】

1. 全站仪是贵重的测量仪器,在使用和搬运的过程中必须十分爱护,防止冲击和震动,在阳光下作业时必须撑伞保护。

2. 在装、卸电池时,必须先关掉电源。

3. 迁站时,仪器必须装箱搬运。装箱时,必须将仪器按安放位置放入箱内。

4. 切勿用有机溶液擦拭镜头、显示窗和键盘等。

课间实验三　界址点的测量

【实验目的】

掌握极坐标法、交会法、分点法、直角坐标法测量界址点的野外操作和内业计算。

【实验任务】

1. 分别用坐标法、交会法、分点法、直角坐标法测量 5 ~ 6 个界址点坐标。

2. 编写实验报告一份。

【实验仪器设备】

1. 每个小组配 DJ6 经纬仪一部,花杆一根,经检验的钢尺一副,钢钎 4 根。

2. 每个小组记录板一块,水平角观测记录表一张,钢尺丈量记录表一张,界址点成果表一张。

3. 控制点成果资料。

【实验方法与步骤】

本实验在室外进行，要求场地开阔，各小组之间尽可能不相互干扰。首先在室外埋设好控制点和界址点，也可以利用原有的控制点，埋设好界址点，界址点的位置与控制点位置的关系要满足各种测量方法的图形条件。实验小组由 6 人组成，轮流操作和记录。

1. 根据控制点和待测界址点分布情况确定对哪些界址点采用何种方法进行测设。

2. 极坐标法。在一控制点上架设经纬仪，测出已知方向和界址点之间的角度，用钢尺量测测站点与界址点之间的距离，来确定界址点的位置。

3. 角度交会法。分别在两个控制点上设站，在两个测站上测量两个角度进行交会以确定界址点的位置。

4. 距离交会法。在两个控制点上分别量出至一个界址点的距离，从而确定界址点的位置。

5. 内外分点法。当界址点位于两个已知点的连线上时，分别量测出两个已知点至界址点的距离，从而确定出界址点的位置。

【注意事项】

1. 极坐标法一般都是用 DJ6 经纬仪测角，用测距仪或鉴定过的钢尺量距，其测站点可以是基本控制点、图根控制点；角度交会法一般用于测站上能看见界址点位置、但无法测量出测站点至界址点的距离的情况；内外分点法必须是界址点位于已知点的连线上。

2. 当采用直角坐标法时，引垂足点时操作要精细，确保界址点坐标的精度。

3. 用角度交会法时，交会角应在 30° ~ 150° 的范围内。用距离交会法时，交会角应在 30° ~ 150°的范围内，并且界址点在已知点连线的投影位置要在两已知点之间。

4. 界址点相对于邻近控制点的点位中误差不超过 10cm。

5. 对界址点坐标计算，每个人必须单独完成，计算过程随其他资料一同上交。

课间实验四　数字测图软件的学习和使用

【实验目的】

1. 利用教学光盘学习 CASS4.0 成图软件的特点、功能及其使用方法。

2. 由指导教师或实验人员对 CASS4.0 成图软件的使用作简单的操作演示。

3. 通过实验使学生对数字测图的软硬件环境、数据的采集和通信、流程有一个基本的了解。

【实验任务】

了解数字测图的原理与方法，学习使用常用的数字测图软件中的各种功能操作。

【实验仪器设备】

CASS4.0 教学光盘和 CASS4.0 成图软件。

【实验方法与步骤】

1. 通过投影屏幕学习测图软件的学习光盘。

2. 由指导教师或实验人员对测图软件作必要的介绍,并现场演示测图软件的一些基本操作。

3. 学生上机操作,学习使用方法。

【注意事项】

1. 教学所采用的软件必须结合本学校的条件。

2. 必须对教学光盘的内容作必要的讲解,结合本软件的特点对数字测图的流程作详细的介绍。

课间实验五　求积仪的认识和使用

【实验目的】

1. 使用求积仪量算一幅地籍图上各分区的面积;量算各分区中各地类(或宗地)的面积。

2. 认识求积仪的基本结构,熟悉其基本功能,掌握其基本操作。

3. 掌握地籍测量中面积量算的平差的原则和方法。

【实验任务】

1. 量测各分区的量算面积及其平差后的面积。

2. 量测各地类(或宗地)的量算面积及其平差后的面积。

3. 对所量算面积进行平差计算。

4. 编写实验报告。

【实验仪器设备】

1. 本实验安排2个课时,实验在室内进行,计算工作可在日后完成。

2. 每个小组数字求积仪一台,图板一块,图纸一张,三角尺一块,3H铅笔一支。

【实验方法与步骤】

实验安排在室内进行,室内要宽敞明亮。实验小组由2~4人组成,交叉进行量算操作和记录工作。

1. 认识求积仪各部件的名称和作用。

2. 开电源。按[ON]键,一秒钟后显示“0”。

3. 选择显示面积的单位,一般按单位键[UNIT-1][UNIT-2],选择不同的单位系统来设置不同的单位。

例如 m^2 的安置方法。按 UNIT-1 显示 cm^2，接着按 UNIT-2 则显示 m^2，这时面积单位 m^2 已设置好。

4. 设定比例尺。如图上比例尺为 1 : 500，则用数字键按 500，再按 SCALE 键，最后按 R-S 键，显示比例尺分母的平方(250 000)，以确认图的比例尺已设置好。

5. 简单量测(一次量测)。选择仪器中轴线大致与极轴垂直的位置。在图形轮廓线上取一点(作记号)，作为量测起点。放大镜中的描迹点对准该点后，按 START 键，窗口显示为 0，蜂鸣器发出声响。使描迹点正确沿图形轮廓线按顺时针方向移动，直至回到起点，此时窗口显示脉冲数。按 AVER 键，窗口显示图形面积值及其单位。

6. 平均值测量(多次测量取其平均值)。上述简单测量的最后一步，不按 AVER 键而按 MEMO (将所得结果储存)。重新将描迹点对准起点，按 START 键，绕图形一周，按 MEMO 键。若干同一图形要取 n 次量测的平均值，则这样重复 n 次。结束时按 AVER 键，显示 n 次量测的面积平均值。

7. 累加测量。对 A、B 图形进行面积量测并相加，则先对图形 A 按简单量测方法进行操作，但最后一次不按 AVER 键而按 HOLD 键；然后移至图形 B 的起点，再按 HOLD 键，绕图形 B 一周后，按 AVER 键，显示 A、B 面积的总和。本方法一般用于一块较大面积为便于量测而分为若干小块来量测。

8. 累加平均值量测。对 A、B 两块面积相加，取两次量测的平均值，则先在图形 A 的起点按 START 键，绕图形 A 一周，按 HOLD 键移至图形 B 的起点，按 HOLD 键，绕图形 B 一周，按 MEMO 键。再移至图形 A 的起点，按 START 键，绕图形 A 一周，按 HOLD 键。再移至图形 B 的起点，按 HOLD 键，绕图形 B 一周，按 MEMO 键；最后，按 AVER 键，显示 A、B 两个图形面积累加的平均值。

9. 单位换算。面积测量结束，按 AVER 键后，显示事先指定面积单位的面积。此时，如果要改变面积单位，可按 UNIT-1 键和 UNIT-2 键，显示所需的面积单位，按 AVER 键，则显示重新指定面积单位的面积值。

10. 将测得的面积标注于图纸上各块图形中。

11. 测量结束，按 OFF 键，关闭电源。

【注意事项】

1. 数字求积仪是精密仪器，严禁粗暴使用。
2. 应根据采用的方法，按规定程序按键，不要随便乱按。
3. 如果显示窗出现“*Batt-E*”，表示电池将耗尽，需用专配的交直流交换器进行充电。
4. 若被量算的面积较大，如直径超过 30cm 时，应分成 2 个或多个部分进行累加测量，

以防数据溢出。

5. 求积仪对同一图形两次量算，分划值的较差不超过下表所列的误差范围：

求积仪量测分划值	允许误差分划值	附　　注
<200	2	也适用于重复绕圈的累计分划值
200～2 000	3	同上
>2 000	4	同上

6. 求积仪量算分区面积，量算允许误差 F_1 按下式计算：

$$F_1<0.0025P_1=\frac{1}{400}P_1$$

式中：P_1 为图幅理论面积。

7. 求积仪量算地类面积，量算限差 F_2 按下式计算：

$$F_2\leqslant\pm0.08\times\frac{M}{100\ 000}\sqrt{15P_2}$$

式中：M 为被量测图形比例尺分母；P_2 为分区控制面积。

课间实验六　膜片法及几何要素图解面积量算

【实验目的】

1. 将多边形划分成一些简单的几何图形，对必要的边、角进行量测，利用几何公式计算其面积。
2. 采用格网法、网点法对一封闭的图形量算其面积。
3. 通过实验掌握几何要素图解法、膜片法的基本原理及其计算方法。

【实验任务】

1. 量测一个多边形面积。
2. 量测一个不规则形状图形面积。
3. 编写实验报告。

【实验仪器设备】

1. 本实验安排 2 个课时，实验在室内进行，实验场地要求宽敞明亮。
2. 设备是每小组图板一块，膜片一张，图纸一张，三角尺一块，3H 铅笔一支。
3. 准备间距 1mm、长宽 10cm 的格网、格点透明膜片各 10 张。
4. 聚酯薄膜图 10 张，图上绘多边形 1 个，封闭的曲线图形 3 个。

【实验方法与步骤】

实验安排在室内进行，室内要宽敞明亮。实验小组由 2～4 人组成，交叉进行量算操作和记录工作。

1. 将图上多边形划分成一些简单的几何图形，对必要的边、角进行量测，利用几何公式计算每个简单几何图形的面积，并将计算结果标注在图上，最后计算多边形的面积。

2. 将格网膜片置于封闭的曲线图形上，首先累积计算图形内部的整方格数，再估计图形边线分割的非整格面积，两者相加即得图形的面积。

3. 将格点膜片置于封闭的曲线图形上，数出图内与图边线上的点子，按下列公式可求出图形面积：

$$S=\left(N+\frac{L}{2}-1\right)D$$

式中：N 为图形内点子数；L 为图形轮廓线上的点子数；D 为点值（每个点代表的图上面积为 $1\,\mathrm{mm}^2$）。

【注意事项】

1. 对同一图形要两次量算，取其平均值。

2. 两次量算面积的较差与面积之比应小于下表规定：

图上面积/mm^2	允许误差	附　注
<20	1/20	
50～100	1/30	
100～400	1/50	
400～1 000	1/100	图上面积太小的图斑，可以适当放宽
1 000～3 000	1/150	
3 000～5 000	1/200	
>5 000	1/250	

3. 每个人都要独立进行量算。

4. 要爱护图纸和膜片，保持清洁。

课间实验七　地形图的基本应用

【实验目的】

掌握地形图的基本应用。

【实验任务】

1. 认识地形图的应用范围。

2. 学习地形图的基本应用。
3. 按一定的方向绘制断面图，以及选定最短路线和确定汇水范围。
4. 进行土(石)方的计算。
5. 编写实验报告。

【实验仪器设备】

1. 本实验安排 2 个课时，实验和计算在室内进行。
2. 设备有地形图及直尺等。

【实验方法与步骤】

实验安排在室内进行，室内要宽敞明亮。实验小组由 2 ~ 4 人组成，交叉进行量算操作和记录工作。

1. 分别利用图解法和解析法求算图上点的坐标、高程，直线的坐标方位角和坡度。
2. 利用等高线绘制断面图，以及选定最短路线和确定汇水范围。
3. 利用格网法进行土(石)方的计算。

【注意事项】

1. 对同一图形要两次量算，取其平均值。
2. 每个人都要独立进行量算。

课间实验八　点的位置的测设

【实验目的】

掌握点的位置的测设方法。

【实验任务】

1. 点的平面位置的测设。
2. 点的已知高程的测设。
3. 编写实验报告。

【实验仪器设备】

1. 每个小组配 DJ6 经纬仪一部，花杆一根，经检验的钢尺一副，钢钎 4 根，设角器一个。
2. 每个小组记录板一块，水平角观测记录表一张，钢尺丈量记录表一张，控制点成果表一张。
3. 控制点成果资料。

【实验方法与步骤】

首先在室外埋设好控制点，也可以利用原有的控制点，控制点的位置要满足各种测量方

法的图形条件。实验小组由 6 人组成，轮流操作和记录。

1. 选择测设的位置。

2. 分别利用极坐标法、角度交会法以及距离交会法测设。

【注意事项】

1. 极坐标法一般都是用 DJ6 经纬仪测角，用测距仪或经鉴定过的钢尺量距。其测站点可以是基本控制点，也可以是图根控制点。角度交会法一般用于测站上能看见界址点位置，但无法测量出测站点至界址点的距离的情况；内外分点法必须是界址点位于已知点的连线上。

2. 当采用直角坐标法时，要注意引垂足点时操作要精细，确保界址点坐标的精度。

3. 用角度交会法时，交会角应在 30°～150°的范围内。用距离交会法时，交会角应在 30°～150°的范围内，并且界址点在已知点连线的投影位置要在两已知点之间。

4. 测设点相对于邻近控制点的点位中误差不超过 10cm。

5. 对测设点的计算，每个人必须单独完成，计算过程随其他资料一同上交。

集中实习指导书

一、实习目的和内容

（一）实习目的

数字地籍测量是利用数字化采集设备采集各种地籍信息数据，并将其传输到计算机中，再利用相应的应用软件对采集的数据加以处理，最后输出并绘制各种所需的地籍图件和表册的一种自动化测绘技术和方法。数字地籍测量是地籍测量的发展方向，必将替代传统的测量方法。

通过实习，同学们将对地籍测量的理论、技术和方法有全面的理解，熟悉数字地籍测量的流程和软硬件，把感性认识与理性认识相互融合，提高处理实际问题的能力。从事地籍测量工作，不但要有精湛的技术能力，还需要有强烈的法律意识、政策意识、社会意识。这些非技术素质作为实习的一个重要组成部分，与技术素质同等重要。通过实习，可使学生的综合素质得以全面提高。

（二）实习的内容

1. 数字地籍测量系统的认识与使用。

2. 地籍控制测量。

3. 地籍图的测绘。完成其测区内数据的野外采集、处理与图形编辑工作，制作 1：500 的正方形分幅的数字地籍图一幅。

4. 界址点测量。完成其测区内界址点坐标的测量工作，填写界址点误差表。

5. 宗地图的测制和面积量算。利用数字成图软件绘制宗地图，生成界址点坐标册、面积量算与汇总统计表，并输出成果。

6. 房屋面积测算。完成其测区内的房屋边长的丈量与调查工作，在数字地籍图的基础上制作 1：500 的房产图。

二、实习准备

（一）实习组织

1. 实习班级：××班。

2. 共分成××小组，每小组设组长 1 名，每小组 4～5 人。组长负责工作组织、工作安排和成果质量，以及仪器、工具的清点及安全。分组名单见表 1。

表 1　　实习分组名单

组　号	组　　长	组　　员

(二)仪器和工具

每组配备的仪器和工具见表 2。

表 2　　仪器和工具

实验者类别	本科	组数	20	每组人数	4
设备仪器名称		型号	规格	台数	单价/元
全站仪或(经纬仪和水准仪)				1	
脚架				2	
单棱镜				各 1 箱	
对中杆				1	
快速充电器				1	
机载电池				2 块	
充电适配器				1	
电子手簿(含电缆线)				1	

(三)实习安排

实习时间:共 5 周,具体安排见表 3、表 4。

实习地点:××。

表 3　　实习时间安排

序号	内　　容	地　　点	时间/天
1	预备会,动员会		1
2	领取仪器		1
3	检校仪器和软件学习		2
4	讲课 8 次		4
5	图根控制(内业、外业)		4
6	地籍图测绘		10
7	图形编辑		1
8	界址点测量		1
9	宗地图测制与面积测算		1

续表

序号	内容	地点	时间/天
10	房屋面积测算		2
11	小组自检、互检		1
12	清理、归还仪器		0.5
13	实习考试		0.5
14	休息		3

表 4 实习日程安排

时间			内容	负责人	地点
第一周	周一	上午	预备会、资料、仪器、计算机准备		
		下午	实习动员大会		
	周二	上午	讲课(数字地籍测量)		
		下午	讲课(南方数字测图软件介绍)		
	周三	单号组	领取仪器,熟悉仪器和手簿的使用		
		双号组	学习南方数字测图软件		
	周四	单号组	学习南方数字测图软件		
		双号组	仪器和手簿的熟悉与使用		
	周五	上午	讲课(地籍控制测量)		
		下午	工具和材料的借用、实习准备		
	周六	单号组	学习南方数字测图软件		
		双号组	地籍控制测量		
	周日	单号组	地籍控制测量		
		双号组	学习南方数字测图软件		
第二周至第三周	周一	单号组	数据处理		
		双号组	地籍控制测量		
	周二	单号组	地籍控制测量		
		双号组	数据处理		
	周三至下周五	单号组	地籍图的测绘 (周三内业,周四外业,依此类推)		
		双号组	地籍图的测绘 (周三外业,周四内业,依此类推)		
	周六、日	1~20 组	成果整理,地籍图输出(A4)		
第四周	周一至周四		单号组与双号组轮流进行宗地图的测绘及面积量算、界址点的外业测量和内业的数据处理工作,每组计 2 天内业、2 天外业。		
	周五、六		单号组与双号组轮流进行房屋面积查丈和内业的数据处理工作,每组计 1 天内业、1 天外业。		

续表

<table>
<tr><th colspan="2">时间</th><th>内容</th><th>负责人</th><th>地点</th></tr>
<tr><td rowspan="2">第五周</td><td>周一至周五</td><td>实习成果输出
实习成果验收和上交</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>周六、日</td><td>实习报告的撰写和总结</td><td></td><td></td></tr>
</table>

(四)实习纪律

为了使教学实习顺利进行,要求参加实习的同学做到以下几点:

1. 在思想上要高度重视、认真对待,积极主动地完成实习任务。

2. 在实习过程中,要严格按照技术路线、有关技术规范、技术规程的要求去完成实习任务。要保证实习成果的真实性、科学性。

3. 每位同学要熟练掌握地籍测量的全过程,对各实习环节应有自己的合格成果。

4. 在操作仪器的过程中,要严格遵守有关注意事项;严禁任何形式的违规行为;各小组组长每天要及时清点、检查仪器,严防仪器丢失、损坏。

5. 要严格遵守校纪、校规。实习期间,不得随意缺勤。特殊情况,要向有关指导老师请假。

6. 要注意安全,以免发生意外事故。

(五)实习前的理论教学与实践

实习前的理论教学与实践是实习的一个重要环节,是保证实习能顺利进行的前提。实习前的理论教学与实践工作主要有:

1. 结合课本知识讲解数字地籍测量的原理、方法、特点和要求。

2. 介绍数字成图软件的特点、功能、使用。由指导教师对数字成图软件的使用作简单的操作演示,使同学对数字测图的软硬件环境、数据的采集和通信、流程有基本的了解。

3. 教师指导同学上机对成图软件进行简单的运行和操作。

4. 掌握全站仪的操作,熟悉全站仪与测图精灵、计算机与测图精灵的通信及参数设置和传输。

三、流程和基本技术要求

(一)技术流程

实习技术流程见图 1。

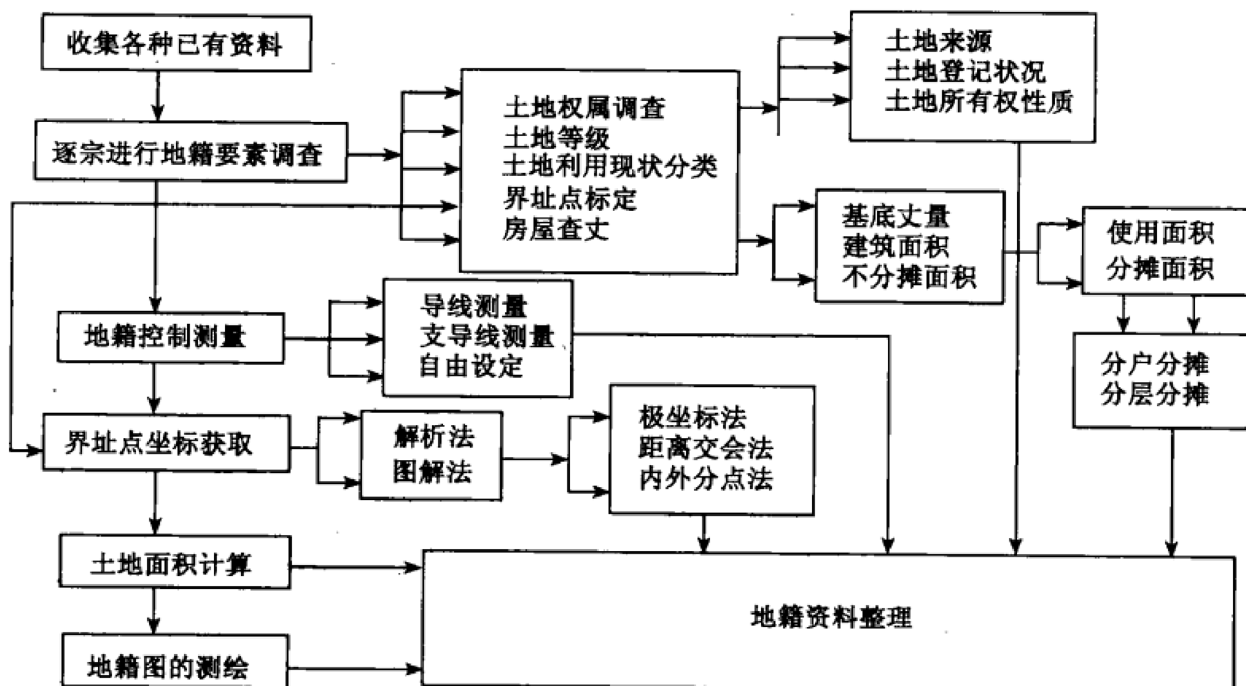


图 1

(二)作业流程

实习的作业流程见图 2。

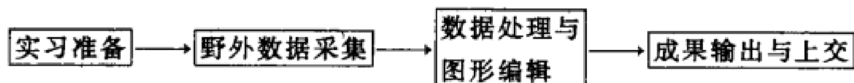


图 2

(三)基本技术要求

1. 平面坐标系:1954 年北京坐标系
2. 技术依据有:

(1)《城市测量规范》(建设部颁布,1999 年)。

(2)《城镇地籍调查规程》(国家土地管理局颁布,1993 年)。

(3)《1 : 500,1 : 1 000,1 : 2 000 地形图图式》(国家测绘局颁布,1988 年)。

四、控 制 测 量

(一)导线施测的技术要求

本测区范围属较平坦地区,但在某些测区,建筑物较集中不便于施测,故采用较为灵活

的导线布设方案进行施测，每个小组要完成一条符合导线（或闭合、支导线）的测设。其导线施测的技术要求见表5。

表5 图根导线技术要求

<table>
<tr><th rowspan="2">等级</th><th>平均</th><th>附合导线</th><th>测距中</th><th>测角中</th><th>导线全长相</th><th colspan="2">水平角观测测回数</th><th>方位角闭</th><th>距离测</th></tr>
<tr><th>边长/m</th><th>长度/km</th><th>误差/mm</th><th>误差/(")</th><th>对闭合差</th><th>DJ_2</th><th>DJ_6</th><th>合差/(")</th><th>回数</th></tr>
<tr><td>一级</td><td>100</td><td>1.5</td><td>±12</td><td>±12</td><td>1/6 000</td><td>1</td><td>2</td><td>$\pm24\sqrt{n}$</td><td>2</td></tr>
<tr><td>二级</td><td>75</td><td>0.75</td><td>±12</td><td>±20</td><td>1/4 000</td><td>1</td><td>1</td><td>$\pm40\sqrt{n}$</td><td>1</td></tr>
</table>

（二）准备工作

1. 搜集资料。搜集测区已有的平面控制资料，包括高级平面控制点的坐标、精度、坐标系统等。这些资料由资料指导教师负责提供。

2. 踏勘。到测区实地现场勘察，了解搜集到的高级平面控制点标志的完好情况，初步考虑导线的布设形式。

3. 选点。根据测区内已知高级平面控制点的数量、分布及地形条件等情况，按照技术要求，确定导线布设等级、形式和点的位置，实地选点并编号。选点时应注意以下几点：

（1）相邻导线点间应互相通视，便于测角和测边。

（2）导线点应选在土质坚实，便于保存和安置仪器的地方。

（3）相邻导线边长应大致相等，以减少望远镜调焦所带来的误差。

（4）测区内的导线应布设得合理，分布均匀，且有利于控制整个测区。

（5）在进行地籍控制测量选点时要保证从控制点能直接测得界址点坐标。

（三）导线测量外业工作

导线测量采用三联脚架法施测。如图3所示。施测时，在测站点2上安置好仪器，后站点、前站点安置觇牌，2点水平角（即导线前进方向的左转折角）观测结束后，将1点上的觇牌连同三脚架安置在4点，将2点上的全站仪和3点上的觇牌自基座上取下来，互相对调，此时，2、3点上的三脚架连同基座不动，在3点上再进行水平角观测，以此类推。采用三联脚架法，主要是减弱仪器对中误差及目标偏心差对水平角观测的影响，以利于提高水平角观测精度。导线施测步骤见有关测量学教材。

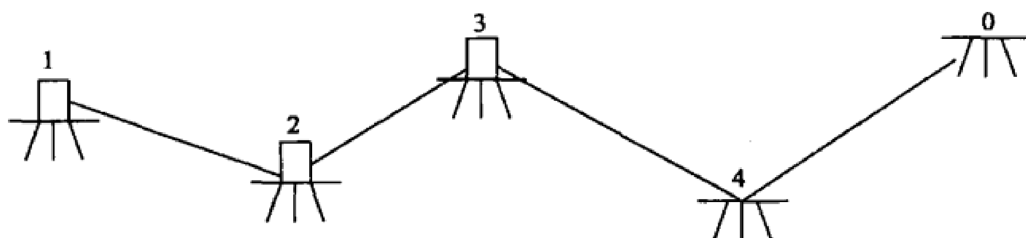


图3

(四)已知控制点坐标

已知控制点由指导老师提供给各小组。

五、地籍图测绘

(一)数字地籍图的测量软件

数字地籍测量成图软件有许多。它们各有特点,但又是相通的。本实习采用全站仪和南方公司的CASS数字测图系统(含电子手簿"测图精灵"和成图软件)。南方公司的CASS系列数字测图系统是我国开发较早的数字测图软件之一,在全国许多城市和地区具有广泛的运用。其最新推出的CASS5.0,充分利用了AutoCAD2002最新技术成果,并具有完善的地籍管理功能、方便的简码用户化方案和丰富的图形编辑功能。

(二)全野外数字地籍测量的数据采集

1. 数字地籍图测绘的要求

地籍图表示的内容以地籍要素为主,辅之以与地籍要素有关的地形要素,以便图面主次分明、清晰易读。地籍要素包括行政界线、权属界线、界址点及编号、土地编号、房产情况、土地利用类别、土地等级及面积等。必要的地形要素包括房屋、道路、水系以及与地籍有关的地物和地理名称。具体要求参照教材有关章节。

凡能依比例尺表示的地物,可将它们水平投影位置的几何形状相似地表示到图上,或是将边界位置表示到图上。不能依比例尺表示的地物,则以相应的地物符号表示在其中心位置上。地物测绘必须依据测图比例尺,按有关规范和图式要求,综合取舍。

2. 界址点的标定和坐标测量

界址点的标定通常已经在地籍调查时完成,界址点坐标测量在数字测图时可与碎部测量同时进行。

3. 碎部测量

(1)数据准备。建立图形文件,输入测量所需的控制点坐标。

(2)整置仪器

①先将仪器对中整平,然后与"测图精灵"连接。

②定向。既可采用点号定向,也可采用方位角定向。

(3)碎部测量

进行碎部测量时,小组成员应密切配合,分工明确,可轮流担任各职。

①用"测图精灵"测图不用画草图,具体方式有边测点边连图和先测点后连图两种,两种方式可以交替运用。边测点边连图是每测一个点都在该点绘出相应地物,一般是在测量频度不高和地物种类较多的情况下使用,可以防止忘记所测点表示什么地物。这种方式相对繁琐,尤其是在测点状地物的时候。

当测量频度较高(如多棱镜测量)而且地物种类较单一时,可先测一定数量的点并记住这些点所代表的地物,然后在测量间隙根据所展的点连图。这种方法要在有把握时才用,而

且一次记的点数不能过多。

②地物较多时，应分类逐个依次立尺。当一类地物或一个地物尚未测完时，不应转到另一类或另一个地物上去。

③地物较少时，可从测站附近开始，由近到远，采用螺旋形（梅花瓣形）立棱镜。当仪器搬到邻站后，立尺员再由远到近，跑回测站。

④数字地籍测量可以采用丈量法进行碎部测量。测图软件提供了十几种丈量法测量的方法，如边长交会、直角折线、矩形两点等。丈量法是根据所测的基本点及丈量的边长或观测方向，由软件求出其他碎部点的坐标。当一些碎部点不能通视时，可用钢尺丈量其与基本点的距离或测得相应的角度，并记录下来，到内业再进行处理。

⑤在进行房屋测量时，房角点的测量按界址点的测量要求实施，并进行纵向或横向的偏心改正（见教材有关章节）。房屋的每条边要用钢尺进行往返丈量，两次丈量的较差 $\Delta D = 0.004 \times D$（$D$ 的单位为 m，读数至 cm）。

⑥在进行碎部测量时，要实地调查每栋房屋的结构、层次、产别、用途，并记录在手簿上。

（三）数据处理与编辑

1. 数据传输

外业数据采集完成后，下一步是将坐标数据和图形数据传输到计算机中，用 CASS5.0 进行处理。

在测完图形后进行保存时，“测图精灵”会提示输入文件名，点“OK”键后在“测图精灵”的“My Documents”目录下会有扩展名为 SPD 的文件。

在外业工作完成后，必须将当天的数据传输到计算机中。测量外业数据最好备份到一个新建的文件夹内，并注明测量日期，以备在内业编辑出现问题时使用。

2. 数据处理与图形编辑

数据处理和图形的编辑是初次使用者感到最困难的事，其工作量在数字测图中占有相当大的比重。用“测图精灵”测图所输入的数据大部分是实时根据编码、连接信息处理后的点、线、地物、目标等结构的空间和属性信息数据。但在数字地籍测量的过程中，由于实际地形、地物复杂，漏测、错测是难以避免的。通过对所测地籍图进行屏幕显示和人机交互图形编辑，在保证精度的情况下消除矛盾，发现漏测或错测的部分，并在地籍图上加上必要的文字注记、地籍要素。

对于图形的编辑，CASS5.0 提供“编辑”和“地物编辑”两种下拉菜单。其中，“编辑”是由 AutoCAD 提供的编辑功能，包括图元编辑、删除、断开、延伸、修剪、移动、旋转、比例缩放、复制、偏移拷贝等，“地物编辑”是由南方 CASS 系统提供的对地物编辑功能，包括线型换向、植被填充、土质填充、批量删剪、批量缩放、窗口内的图形存盘、多边形内图形存盘等。

3. 图形截幅

截幅时按实习前规定的分幅范围输入图幅左下角的 X、Y 坐标，并以图幅内主要建筑物的名称作为图名，相邻图幅的名称采用邻组所取的图幅名。

4. 生成宗地图和各类表册

绘权属地籍图前的一项重要的工作是生成以宗地为单位的权属信息数据文件，然后根据权属信息数据文件生成宗地图、界址点成果表、面积分类统计表等。CASS5.0 成图软件的

权属信息数据文件的生成方法通常有以下几种：

(1)通过权属信息引导文件生成权属信息数据文件。

(2)用图形生成权属信息数据文件。

(3)用复合线生成权属信息数据文件。

(4)用界址线生成权属信息数据文件。

地籍表格主要有界址点成果表、界址点坐标表、以街道为单位宗地面积汇总表、城镇土地分类面积统计表、街道面积统计表、街坊面积统计表等。地籍表格是根据权属数据信息文件由系统自动绘制的，根据选中的范围，既可以单个绘出，又可以批量绘出。

(四)编绘房产图

在地籍图编辑工作完成以后，进行房产图的编绘。

1. 根据外业丈量的各房屋的边长、层次计算出房屋的建筑面积。

2. 对每栋房屋在宗地范围内对房产进行编号，对图幅内房屋及构筑物要素进行编号(见教材有关章节)。

3. 在计算机上加注每栋房屋的各边长、面积、房产编号、房屋及构筑物要素编号，并与原有的边长及面积进行比较。

(五)检查验收与成果输出

当地籍图编辑工作完成以后，各小组成员进行自检。主要检查有无漏测、漏画，地物之间相互关系是否正确，地籍信息是否准确，各类注记、符号是否完整正确，各面状地物是否为一个完整的整体等。小组自检无误后，由指导教师进行检查，合格后方可输出成果。分幅地籍图用绘图仪或打印机输出，宗地图和各种表册用打印机输出。

(六)地籍图的基本技术指标

1. 测图比例尺：地籍图比例尺选用 1 : 500。

2. 地籍图分幅：采用 50cm×50cm 的正方形分幅。

3. 地籍图编号：以每幅图西南角坐标为图幅编号，以公里为单位，后加图名。

4. 地籍图内容：应表示出权属界线、界址点、房屋、道路、池塘、操场、看台、主席台、钢标、人工陡坎、斜坡、排水沟及土地利用类别等各项地籍、地形要素以及各级控制点、地籍要素的编号、注记等。

5. 基本精度要求

相邻界址点间距、界址点与邻近地物点关系距离的中误差不得大于图上 0.3mm，依勘丈数据测绘的上述距离的误差不得大于图上 0.3mm。

宗地内部与界址点不相邻的地物，不论采用何种方法勘丈，其点位中误差不得大于图上 0.5mm，邻近地物点间距中误差不得大于图上 0.4mm。

六、成果资料的检查、上交和验收

1. 检查和验收：采取“小组互检，上级验收”的方法。

2. 上交资料包括：

(1)地籍控制测量成果资料，包括成果表、控制点略图、控制点计算表。

(2)界址点坐标、界址边长与实量边长对比表。

(3)地籍原图及测图资料。

(4)宗地图。

(5)面积计算表。

(6)房屋面积量算表。

(7)实习报告。

主要参考文献

1 卞正富,测量学[M].北京:中国农业出版社,2002.

2 杜海平,詹长根,李兴林.现代地籍理论与实践[M].深圳:海天出版社,1999.

3 国家土地管理局.城镇地籍调查规程[S].北京:地质出版社,1993.

4 国家测绘局.乡村地区土地整理中的技术和程序,1986.

5 建设部.城市测量规范[S].北京:中国建筑出版社,1999.

6 金其坤.地籍测量[M].北京:地质出版社,1994.

7 林增杰,严星,谭俊.地籍管理[M].北京:中国人民大学出版社,2001.

8 刘友光,黄桂兰,黄全义,等.工程中数字地面模型的建立与应用及大比例尺数字地籍测量[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,1997.

9 潘正风,杨得麟,等.大比例尺数字地籍测量[M].北京:测绘出版社,1996.

10 全国农业区划委员会.土地利用现状调查技术规程[M].北京:农业出版社,1984.

11 杨得麟,等.大比例尺数字地籍测量原理与应用[M].北京:清华大学出版社,1998.

12 张正禄,樊炳奎,董彦玲编译.联邦德国地籍技术与方法[M].北京:测绘出版社,1988.

13 张祖勋,张剑清.数字摄影测量学[M].武汉:武汉大学出版社,1997.

14 浙江土地管理局.农村地籍调查[M].杭州:浙江大学出版社,1991.

15 钟宝琪,谌作霖.地籍测量[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,1996.

16 周忠谟,易杰军,周琪.GPS 卫星测量原理与应用[M].北京:测绘出版社,1999.

17 朱子纬.土地测量学[M].台北:徐氏基金会,1996.

18 GHENSSEN J L,SCHREUDER P,POLMAN J. 地籍讲习班讲稿.国家测绘局组编,1990.

19 T. H·齐格勒.地籍测量概论[M].高时浏,张正禄译.北京:测绘出版社,1988.